

(19) 대한민국특허청 (KR)
(12) 공개특허공보 (A)

(51) 。 Int. Cl. 7
G11B 7/135

(11) 공개번호 특2003 - 0030926
(43) 공개일자 2003년04월18일

(21) 출원번호 10 - 2002 - 0061522
(22) 출원일자 2002년10월09일

(30) 우선권주장 JP - P - 2001 - 00315105 2001년10월12일 일본 (JP)
JP - P - 2001 - 00400716 2001년12월28일 일본 (JP)
JP - P - 2002 - 00180575 2002년06월20일 일본 (JP)

(71) 출원인 코니카가부시끼가이샤
일본 도쿄도 신주꾸구 니시신쥬꾸1쵸메 26방 2고

(72) 발명자 기무라도오루
일본도쿄도하찌오지시이시카와마찌2970반지코니카가부시끼가이샤내
사카모또가쵸야
일본도쿄도하찌오지시이시카와마찌2970반지코니카가부시끼가이샤내
아따라시유우이찌
일본도쿄도하찌오지시이시카와마찌2970반지코니카가부시끼가이샤내

(74) 대리인 장수길
안국찬

심사청구 : 없음

(54) 대물 렌즈 및 광픽업 장치

요약

파장(λ 1)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ 2)(λ 1 < λ 2)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ 3)(λ 2 < λ 3)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치용 복합형 대물 렌즈이며, 상기 복합형 대물 렌즈는 굴절형 렌즈와, 상기 굴절형 렌즈의 광속 입사면측에 배치되어 적어도 1개의 광학면 상에 동심원형인 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조를 갖는 회절 광학 소자로 구성된 복합형 복합형 대물 렌즈이며, 상기 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장(λ 1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 , 상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장(λ 2)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 , 상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장(λ 3)의 제3 광속이 입사

한 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 , 상기 파장(λ_1)의 광속에 의해 상기 제1 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 복합형 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 , 상기 파장(λ_2)의 광속에 의해 상기 제2 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 복합형 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 , 상기 파장(λ_3)의 광속에 의해 상기 제3 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 복합형 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 으로 할 때, $|n_1| > |n_2|$, 또한, $|n_1| > |n_3|$, 을 만족시키는 동시에, 상기 복합형 대물 렌즈는 상기 제1 광속의 n_1 차 회절광을 상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA_1) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있고, 상기 제2 광속의 n_2 차 회절광을 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA_2) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있고, 상기 제3 광속의 n_3 차 회절광을 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA_3) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈이다.

대표도

도 1

색인어
보호 기관, 광정보 기록 매체, 굴절형 렌즈, 회절 광학 소자

명세서

도면의 간단한 설명

도1의 (a)는 본 실시 형태의 대물 렌즈의 정면도.

도1의 (b)는 도1의 (a)의 대물 렌즈의 측면도.

도1의 (c)는 도1의 (a)의 대물 렌즈의 측면을 일부 확대한 도면.

도2는 도1의 (a)의 대물 렌즈를 사용한 광 픽업 장치를 도시한 개략도.

도3의 (a)는 본 실시의 다른 형태의 대물 렌즈의 정면도.

도3의 (b)는 도3의 (a)의 대물 렌즈의 측면도.

도3의 (c)는 도3의 (a)의 대물 렌즈의 측면을 일부 확대한 도면.

도4는 도3의 (a)의 대물 렌즈를 사용한 광 픽업 장치를 도시한 개략도.

도5의 (a) 내지 (c)는 각각 구면수차도.

도6의 (a) 내지 (c)는 각각 구면수차도.

도7의 (a) 내지 (c)는 각각 구면수차도.

도8의 (a) 내지 (c)는 각각 구면수차도.

도8a의 (a) 내지 (c)는 각각 구면수차도.

도9는 제5 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도10은 제5 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에서의 광로도.

도11은 제5 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에서의 광로도.

도12는 제5 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도13은 제5 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도.

도14는 제5 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 와 NA2 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도.

도15는 제6 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도16은 제6 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에서의 광로도.

도17은 제6 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에서의 광로도.

도18은 제6 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도19는 제6 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도.

도20은 제6 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 과 NA2 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도.

도21은 제7 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도22는 제7 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에서의 광로도.

도23은 제7 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에서의 광로도.

도24는 제7 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도25는 제7 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도.

도26은 제7 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 과 NA2 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도.

도27은 제8 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도28은 제8 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_2=655\text{nm}$ 에서의 광로도.

도29는 제8 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_3=785\text{nm}$ 에서의 광로도.

도30은 제8 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도31은 제8 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda_2=655\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도.

도32는 제8 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_3=785\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.45까지의 구면수차도.

도33은 도17에 도시된 대물 렌즈에 형성된 윤대형 필터의 반사율과 파장 의존성을 나타낸 도면.

도34는 본 발명에 따른 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도35는 본 발명에 따른 다른 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도36은 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도37은 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도38은 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도39는 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도40은 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도41은 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도42는 제1 실시 형태에 따른 제1 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도43의 (a)는 도9의 제1 광 픽업 장치에 이용되는 색수차 보정용 소자인 다층 회절 소자의 측단면도이고, 도43의 (b)는 다층 회절 소자의 작용을 설명하기 위하여 파장과 굴절율과의 관계를 도시한 도면.

도44는 제1 실시 형태에 따른 제2 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도45는 제2 실시 형태에 따른 제3 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도46은 제2 실시 형태에 따른 제4 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도47은 제3 실시 형태에 따른 제5 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도48은 제3 실시 형태에 따른 제6 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도49는 제4 실시 형태에 따른 제7 광 픽업 장치를 개념적으로 도시한 도면.

도50은 각 실시 형태 및 각 실시예에서 이용할 수 있는 개구 제한 수단 또는 개구 절환 수단으로서 대물 렌즈를 설치한 윤대 필터를 설명하기 위한 도면.

도51은 도17의 윤대 필터의 작용을 설명하기 위한 도면.

도52는 도17의 다른 윤대 필터의 작용을 설명하기 위한 도면.

도53은 제1 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도54는 제1 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에서의 광로도.

도55는 제1 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에서의 광로도.

도56은 제1 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도57은 제1 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도.

도58은 제1 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도.

도59는 제1 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에 대한 다른 구면수차도.

도60은 제1 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에 대한 다른 구면수차도.

도61은 제2 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도62는 제2 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도63은 제2 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터와 대물 렌즈와의 합성계의 $\lambda_1=405\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도64는 제2 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에서의 광로도.

도65는 제2 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에서의 광로도.

도66은 제2 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도.

도67은 제2 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도.

도68은 제3 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도69는 제3 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_1=405\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도70은 제3 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에서의 광로도.

도71은 제3 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에서의 광로도.

도72는 제3 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도.

도73은 제3 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도.

도74는 제4 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도75는 제4 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_1=405\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도76은 제4 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에서의 광로도.

도77은 제4 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에서의 광로도.

도78은 제4 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도.

도79는 제4 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도.

도80은 제5 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도81은 제5 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에서의 광로도.

도82는 제5 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에서의 광로도.

도83은 제5 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_1=405\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도84는 제5 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도.

도85는 제5 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도.

도86은 제5 실시예의 집광 광학계에서 $\lambda_1=405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도.

도87은 제6 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_1=405\text{nm}$ 에서의 광로도.

도88은 제6 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda_1=405\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도.

도89는 제6 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에서의 광로도.

도90은 제6 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에서의 광로도.

도91은 제6 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_2=650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도.

도92는 제6 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_3=780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도.

도93은 제조 파장 λ_B , 회절 차수1에서 최적화된 블레이즈 구조에서 발생하는 파장 405nm의 광의 1차 회절광과, 파장 650nm의 광의 1차 회절광과, 파장 780nm의 광의 1차 회절광과의 회절 효율의 제조 파장에 대한 의존성을 나타낸 도면.

도94는 $340\text{nm} \leq \lambda_B \leq 450\text{nm}$ 을 만족하는 제조 파장 λ_B 와 회절 차수2에서 최적화된 블레이즈 구조에서 발생하는 파장 405nm의 광의 2차 회절광과 파장 650nm의 광의 1차 회절광과 파장 780nm의 광의 1차 회절광의 회절 효율의 제조 파장에 대한 의존성을 나타낸 도면.

도95는 $390\text{nm} \leq \lambda_B \leq 440\text{nm}$ 을 만족하는 제조 파장 λ_B 와 회절 차수6에서 최적화된 블레이즈 구조에서 발생하는 파장 405nm의 광의 6차 회절광과 파장 650nm의 광의 4차 회절광과 파장 780nm의 광의 3차 회절광의 회절 효율의 제조 파장에 대한 의존성을 나타낸 도면.

도96은 제3 실시 형태에 따른 제8 광 픽업 장치를 개략적으로 도시한 도면.

도97은 제5 실시 형태에 따른 제9 광 픽업 장치를 개략적으로 도시한 도면.

도98은 블레이즈의 이상 형상을 근사적으로 구한 경우의 광축 방향의 단차량 Δd 를 설명하기 위한 도면.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

OBJ1, 8, 34 : 대물 렌즈

S1, S2 : 광학면

PU1 : 광 픽업 장치

D1, D2, D3 : 제1 광 디스크

LD1, L2, LD3, 11, 12, 13 : 반도체 레이저

CL : 콜리메이터 렌즈

Dr1, Dr2, Dr3 : 정보 기록면

5 : 색수차 보정 수단

6 : 기판 두께 오차 보정 수단

7 : 기판 두께 차이 보정 수단

9 : 광로 합성 수단

15, 17 : 편광 빔 스플리터

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 규격(기록 밀도)이 다른 3종류의 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및 재생중 적어도 한 쪽을 수행할 수 있는 광 픽업 장치, 이 광 픽업 장치에 이용할 수 있는 대물 렌즈, 기판 두께차 보정 수단, 색수차 보정 수단, 기판 두께 오차 보정 수단, 개구 제한/절환 수단, 광학 소자 및 이 광 픽업 장치를 이용한 기록·재생 장치에 관한 것이다.

종래의 광 디스크는 CD(컴팩트 디스크) 또는 DVD(디지털 바이탈 디스크)로 알려져 있는 것처럼 음악 정보, 영상 정보의 축적 또는 컴퓨터 데이터의 보존과 같은 디지털 데이터의 보존에 널리 사용되고 있다. 근년에 정보화 사회의 도래와 함께 이들 광 디스크의 대용량화가 강하게 요구되고 있다.

광 디스크의 단위 면적당 기록 용량(기록 밀도)을 향상시키기 위해서는 광 픽업 광학계로부터 얻어지는 스폿 지름을 작게 하여야 한다. 이 스폿의 최소 지름은 주지와 같이 λ/NA (단, λ 는 광원의 파장, NA 는 광학계의 개구수)에 비례하므로, 스폿 지름을 작게 하기 위해서는 광 픽업 장치에서 사용되는 광원의 단파장화 및 광학계에서 광 정보 기록 매체에 대향하여 배치되는 대물 렌즈의 고개구수화가 유효하다.

그 가운데 광원의 단파장화에 대해서는 파장 400nm 정도의 광을 발생하는 청자색 반도체 레이저나 SHG 청자색 레이저의 연구가 진전을 보이고 있어 실용화가 가까워졌다고 할 수 있다. 이 단파장 광원을 사용하면 DVD와 동일한 NA 0.65의 대물 렌즈를 사용하는 경우에도 DVD와 동일한 직경 12cm의 광 디스크에 15GB 정도의 정보의 기록이 가능해진 다.

또한, 대물 렌즈의 고개구수화에 대해서는 2개의 렌즈를 조합하여 NA 0.85의 고개구수화를 실현하는 대물 렌즈의 연구가 진행되고 있다. 상술된 단파장 광원과 NA 0.85의 고개구수 대물 렌즈를 조합하여 사용하면 직경 12cm의 광 디스크에 25GB 정도의 정보의 기록이 가능해져 한층 더한 고밀도화를 달성할 수 있다.

이와 같은 배경하에서 고밀도인 차세대 광 디스크(이하, 본 명세서에서는 "고밀도 DVD"라고 부른다.)를 기록 재생하기 위한 광 픽업 시스템에 대한 연구 개발이 진행되고 있는데, 이 광 픽업 시스템은 고밀도 DVD 및 CD와 같은 규격(기록 밀도)이 다른 3종류의 광 디스크를 컴퓨터블하게 기록 재생할 수 있어야 한다.

컴퍼티빌리티를 달성하는 수단으로는 각각의 광 디스크의 규격에 대응하는 대물 렌즈를 기계적으로 전환하거나 각각의 광 디스크의 규격에 대응하는 광 픽업 장치를 탑재하는 것을 생각할 수 있는데, 이 경우에는 대물 렌즈의 전환 기구나 복수의 광 픽업 장치가 필요함에 따라 광 픽업 시스템의 대형화, 부품 점수의 증대, 제조 코스트의 상승 등이 초래된다. 따라서, DVD 및 CD와의 컴퍼티빌리티가 요구되는 고밀도 DVD용 광 픽업 시스템에서 광 픽업 시스템의 소형화, 부품 점수의 삭감, 코스트 다운을 도모하기 위해 가장 바람직한 방법은 규격이 다른 3종류의 광 디스크에 공통의 대물 렌즈를 이용하여 기록 재생을 수행하는 것이라고 할 수 있다.

이에, 규격이 다른 3종류의 광 디스크에 공통의 대물 렌즈를 이용하여 기록 재생을 수행하는 광 픽업 시스템을 실현하는 데에 있어서의 과제를 이하에 기술한다.

(1) CD를 재생하는 경우에 대물 렌즈와 CD와의 거리(작동 거리) 확보

이것은 대물 렌즈의 NA를 DVD(NA 0.6 내지 0.65)보다 더욱 높임으로써 현재화하는 과제이다. 고밀도 DVD에서 대물 렌즈가 고NA화되는 경우에 보호 기판(투명 기판 혹은 보호층이라고도 한다) 두께가 DVD와 같은 0.6mm이면 광 디스크의 스큐(경사나 찌그러짐)에 의해 발생하는 코마 수차가 커지므로, 보호 기판 두께를 0.6mm보다 작게 하여 광 디스크의 스큐에 대한 마진을 확보할 필요가 있다. 이와 같은 고밀도 DVD용 고NA 대물 렌즈로, 2장의 렌즈로 구성된 대물 렌즈가 특개평10 - 123410호 공보에 기재되어 있다.

그러나, 2군 구성의 대물 렌즈는 기존의 1군 구성의 대물 렌즈에 비해 작동 거리가 짧아지므로, CD를 기록 재생하는 경우에 충분한 작동 거리를 확보하기 어렵다. CD와 NA 0.45 내지 0.5와, 고밀도 DVD나 DVD에 비해 NA가 작기 때문에 보호 기판 두께의 제조 오차에 대한 공차가 그다지 엄격하지 않으므로 보호 기판 두께의 개체차에 따른 분산이 크다. 따라서, CD와 대물 렌즈와의 충돌에 따른 데이터의 파손을 방지하기 위해서는 CD를 기록 재생하는 경우에 작동 거리를 충분히 확보해줄 필요가 있는데, 이 관점에서 규격이 다른 3종류의 광 디스크에 공통의 대물 렌즈를 이용하여 기록 재생을 수행하는 광 픽업 시스템에서의 2군 구성의 대물 렌즈는 바람직하지 못하다고 할 수 있다.

(2) 보호 기판 두께의 차이에 따라 발생하는 구면수차

CD(보호 기판 두께 1.2mm)와 DVD(보호 기판 두께 0.6mm)는 보호 기판 두께에 0.6mm의 차이가 있다. 따라서, 규격이 다른 3종류의 광 디스크에 공통의 대물 렌즈를 이용하여 기록 재생을 수행하는 광 픽업 시스템에는 적어도 CD와 DVD의 보호 기판 두께의 차이에 따른 구면 수차를 보정하기 위한 수단을 설치될 필요가 있다. 아울러, 대물 렌즈의 고NA화에 따라 고밀도 DVD의 보호 기판 두께가 0.6mm보다 얇아진 경우에는 보호 기판 두께가 서로 다른 3종류의 광 디스크의 보호 기판 두께의 차이에 따른 구면수차를 보정하기 위한 수단을 설치할 필요가 있다.

(3) 파장의 차이에 따라 발생하는 구면수차

상술된 바와 같이 고밀도 DVD에서는 고밀도화를 달성하기 위하여 파장 400nm 정도의 청자색 광원을 사용한다. 그러나, 종래의 굴절형 대물 렌즈에서는 렌즈 재료의 분산에 따라 구면수차가 변화하기 때문에 파장이 다른 광원으로부터의 광속을 각각의 광 디스크의 정보 기록면상에 거의 무수차로 집광하는 것이 곤란하다. 따라서, 고밀도 DVD(파장 400nm)와, DVD(파장 650nm)와, CD(파장 780nm)의 컴퍼티빌리티를 달성하기 위해서는 파장의 차이에 따라 구면수차를 보정하기 위하여 소정의 고안이 필요하다.

그러나, 광 픽업 장치에서는 광원의 단파장화와 대물 렌즈의 고NA화에 따라 이하에 기술되는 문제가 현재화된다.

제1의 문제는 400nm 정도의 단파장의 광을 발생하는 청자색 반도체 레이저를 광원으로 이용하는 경우에 대물 렌즈에서 발생하는 색수차이다.

광 픽업 장치에서 반도체 레이저로부터 출사되는 레이저 광은 일반적으로 단일 파장(싱글 모드)이므로, 대물 렌즈의 색수차가 문제되지 않는 것으로 생각되지만 실제로는 온도 변화나 출력 변화 등에 의해 중심 파장이 순시적으로 수nm 변화하는 모드 호핑을 일으킨다. 모드 호핑은 대물 렌즈의 포커싱 기구가 추종할 수 없을 정도로 순시적으로 일어나는 파장 변화이므로, 대물 렌즈의 색수차가 보정되지 않으면 결상 위치의 이동량에 대응하는 디포커스 성분이 추가되어 대물 렌즈의 집광 성능은 열화된다.

대물 렌즈에 이용되는 일반적인 렌즈 재료의 분산은 적외 반도체 레이저나 적색 반도체 레이저의 파장 영역인 600nm 내지 800nm에서 그다지 크지 않으므로, CD나 DVD에서는 모드 호핑에 의한 대물 렌즈의 집광 성능의 열화가 문제되지 않는다.

그러나, 청자색 반도체 레이저의 파장 영역인 400nm 근방에서는 렌즈 재료의 분산이 매우 커지므로, 수nm의 파장 변화에도 대물 렌즈의 결상 위치가 크게 어긋난다. 따라서, 고밀도 DVD에서 청자색 반도체 레이저를 광원으로 사용하는 경우에 광원이 모드 호핑을 일으키면 대물 렌즈의 집광 성능이 크게 열화되어 안정된 기록이나 재생을 수행할 수 없을 우려가 있다.

제2의 문제는 대물 렌즈를 고NA화하는 경우에 여러 가지 오차 요인으로 인해 발생하는 구면수차의 문제이다.

광 픽업 장치에서 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차에 의해 발생하는 구면수차는 대물 렌즈의 NA의 4승에 비례한다. 이 구면수차를 허용범위내로 억제하기 위해서는 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차에 대한 공차를 수 μm 로 할 필요가 있는데, 이 경우에 광 디스크의 제조 수율이 나빠져 양산에 성립하지 못할 우려가 있다. 따라서, 고밀도 DVD에서 대물 렌즈를 고NA화하는 경우에는 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차로 인해 발생하는 구면수차를 보정하기 위한 수단을 설치할 필요가 있다.

또한, 광 픽업 장치에 있어서 대물 렌즈로는 대량 생산에 유리한 점으로 인해 플라스틱 렌즈가 많이 이용된다. 그러나, 온도 변화에 따른 굴절율의 변화는 플라스틱 렌즈가 유리 렌즈에 비해 2자리 정도 큰 것이 알려져 있다.

플라스틱 재료로 형성된 대물 렌즈의 환경 온도가 상승하여 그 대물 렌즈의 굴절율이 변화하면 대물 렌즈에서는 구면수차가 열화된다. 이 굴절율 변화에 따른 구면수차의 열화량은 대물 렌즈의 NA의 4승에 비례하므로, 고NA 대물 렌즈를 사용하는 고밀도 DVD에서 플라스틱 렌즈를 대물 렌즈로 이용하는 경우에는 사용 가능한 온도 범위가 매우 좁아지므로, 굴절율 변화에 따라 발생하는 구면수차를 보정하기 위한 수단을 설치할 필요가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에, 본 발명은 상술의 각 과제를 해결하여 고밀도 DVD, DVD, CD의 3종류의 광 디스크의 상호 호환을 공통의 대물 렌즈를 사용하여 달성하는 광 픽업 장치로서, CD의 작동 거리가 충분히 확보된 광 픽업 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한, 고밀도 DVD, DVD, CD의 3종류의 광 디스크의 상호 호환을 회절 광학 소자와 공통의 대물 렌즈를 사용하여 달성하는 광 픽업 장치로서, 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 충분한 광량 이용 효율을 얻을 수 있는 광 픽업 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한, 고밀도 DVD, DVD, CD의 3종류의 광 디스크의 상호 호환을 공통의 대물 렌즈를 이용하여 달성하는 광 픽업 장치로서, 고밀도 DVD를 기록 및/또는 재생하는 경우에 문제되는 광원의 단색성 부족에 기인하는 색수차, 온도 변화나 습도 변화 등의 환경 변화에 기인하여 플라스틱 렌즈에서 발생하는 구면수차, 보호 기판 두께의 제조 오차에 기인하는 구면수차를 양호하게 보정할 수 있으므로, 안정된 고밀도 DVD의 기록 및/또는 재생을 수행할 수 있는 광 픽업 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한, 상술된 광 픽업 장치에 이용할 수 있는 대물 렌즈, 기판 두께차 보정 수단, 색수차 보정 수단, 기판 두께 오차 보정 수단, 개구 제한/절환 수단, 회절 광학 소자 및 광학 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다. 아울러, 상술된 광 픽업 장치를 이용하여 3종류의 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 수 있는 기록·재생 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성에 대하여 설명한다.

본 발명에 따른 대물 렌즈는, 파장 $\lambda 1$ 의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기판 두께($t1$)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기판 두께($t2 \geq t1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 $\lambda 3$ ($\lambda 2 < \lambda 3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기판 두께($t3 \geq t2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 광 픽업 장치용 대물 렌즈로서, 상기 대물 렌즈는 적어도 하나의 광학면상에 동심원형의 복수의 윤대(輪帶)로 이루어진 회절 구조를 가지며, 상기 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터 파장 $\lambda 1$ 의 제1 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $n1$, 상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터 파장 $\lambda 2$ 의 제2 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $n2$, 상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터 파장 $\lambda 3$ 의 제3 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $n3$, 상기 파장 $\lambda 1$ 의 광속에 의해 상기 제1 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 예측 개구수를 $NA1$, 상기 파장 $\lambda 2$ 의 광속에 의해 상기 제2 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 소정의 예측 개구수를 $NA2$, 상기 파장 $\lambda 3$ 의 광속에 의해 상기 제3 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 예측 개구수를 $NA3$ 이라고 할 때,

$$|n1| > |n2|$$

또한,

$$|n1| > |n3|$$

를 만족시키는 동시에 상기 대물 렌즈는 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 $NA1$ 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제1 광속의 $n1$ 차 회절광을 상기 제1 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있으며, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 $NA2$ 내에서 양호한 파면을 형성할 수 있도록 상기 제2 광속의 $n2$ 차 회절광을 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있고, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 $NA3$ 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제3 광속의 $n3$ 차 회절광을 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있는 것을 특징으로 한다.

이 대물 렌즈에 따르면, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체의 기록 및 재생에 사용되는 광속의 회절 차

수가 상기 식을 만족시키도록 회절 구조를 결정하므로, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체의 기록 및 재생에 사용되는 각 광속에 대하여 각각 높은 회절 효과를 얻을 수 있다. 아울러, 이 회절 구조의 작용에 의해 제1 보호 기판 두께 내지 제3 보호 기판 두께중 적어도 2개의 다른 보호 기판 두께의 차이에 의해 발생하는 구면수차를 보정하므로, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체 모두에 정보의 기록 또는 재생을 양호하게 수행할 수 있다. 또한, 회절 구조의 작용에 의해 파장이 다른 각각의 광원으로부터의 광속이 대물 렌즈에 입사되면 렌즈 재료의 분산에 의해 변화하는 구면수차가 보정되므로, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체 모두에 정보의 기록 또는 재생을 양호하게 수행할 수 있다.

상기 회절 구조는 파장 λ B, 상기 회절 차수 $n1$ 에서 최적화되는 동시에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380\text{nm} < \lambda 1 < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda 2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda 3 < 800\text{nm}$$

$$340\text{nm} < \lambda B < 440\text{nm}$$

$$|n1| = 2$$

$$|n2| = 1$$

$$|n3| = 1$$

또한, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$350\text{nm} < \lambda B < 420\text{nm}$$

또한, 상기 회절 구조는 파장 λ B, 상기 회절 차수 $n1$ 에서 최적화되는 동시에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380\text{nm} < \lambda 1 < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda 2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda 3 < 800\text{nm}$$

$$400\text{nm} < \lambda B < 430\text{nm}$$

$$|n1| = 6$$

$$|n2| = 4$$

$$|n3| = 3$$

이 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$405\text{nm} < \lambda B < 425\text{nm}$$

또한, 상기 회절 구조는 양의 파워를 갖는 것이 바람직하다.

또한, 파장 λ B, 상기 회절 차수 n_1 에서 최적화된 상기 회절 구조의 상기 복수의 윤대의 각 위치를

$$\phi_b = n_1 \cdot (b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 {여기서 h 는 광축으로부터의 높이(mm), b_2, b_4, b_6, \dots 는 각각 2차, 4차, 6차, \dots 의 광로차 함수(회절면 계수라고도 한다)이다},

$$PD = \sum (-2 \cdot n_1 \cdot b_2)$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것을 바람직하다.

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

또한, 상기 대물 렌즈는 하나의 렌즈군으로 구성되는 것이 바람직하다. 이에 따라, 광 픽업 장치에서 특히 제3 광 정보 기록 매체에 대한 작동 거리를 충분히 확보할 수 있다. 이 경우에 상기 대물 렌즈의 상기 파장 λ 1에서의 초점 거리를 $f_1(\text{mm})$, 중심 두께를 $d(\text{mm})$, 상기 대물 렌즈에 입사되는 상기 파장 λ 1의 광속의 지름을 $\phi_1(\text{mm})$, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 작동 거리를 $f_{B3}(\text{mm})$ 로 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 작동 거리 확보를 위해 더욱 바람직하다.

$$0.7 < d/f_1 < 1.5$$

$$2.8 < \phi_1 < 5.8$$

$$f_{B3} > 0.2$$

또한, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우, 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_3 로 한 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$m_3 < 0$$

이 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$-0.25 < m_3 < -0.05$$

또한, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우, 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_2 로 한 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$m_2 < 0$$

이 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$-0.20 < m_2 < -0.02$$

또한, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA_1, NA_2 는,

$$NA_1 > NA_2$$

를 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역을 통과하는 상기 파장 λ 2의 광속은 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되는 동시에 상기 파장 λ 2의 광속은 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제2 광 정보 기록 매체의 상기 정보 기록면에서의 파면수차가 0.07λ 2보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

이 경우에 상기 파장 λ 2의 광속은 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록 면상에서 파면수차가 0.20λ 2보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1, NA2, NA3은,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역을 통과하는 상기 파장 λ 3의 광속은 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되는 동시에 상기 파장 λ 3의 광속은 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록 면상에서의 파면수차가 0.07λ 3보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 파장 λ 3의 광속은 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록 면상에서의 파면수차가 0.02λ 3보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 대물 렌즈는,

$$NA1 > NA2$$

를 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 하는 것이 가능한 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 투과하는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속을 차단하는 듯한 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 대물 렌즈는,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 하는 것이 가능한 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 투과하는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속을 차단하는 듯한 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구수 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 광학면상에 형성된 파장 선택 필터인 것이 바람직하다.

또한, 상술된 대물 렌즈는 플라스틱 재료로 형성되거나 유리 재료로 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 다음 식을 만족키는 것이 바람직하다.

$$380\text{nm} < \lambda_1 < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda_2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda_3 < 800\text{nm}$$

$$0.0\text{mm} \leq t_1 < 0.3\text{mm}$$

$$0.5\text{mm} < t_2 < 0.7\text{mm}$$

$$1.0\text{mm} < t_3 < 1.3\text{mm}$$

$$0.99 > \text{NA}_1 \geq 0.70$$

$$0.70 > \text{NA}_2 \geq 0.55$$

$$0.55 > \text{NA}_3 \geq 0.40$$

또한, 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치는 파장 λ_1 의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 > t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 > t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 광 픽업 장치로서, 상술된 대물 렌즈를 구비하는 것을 특징으로 한다. 따라서, 충분한 광량 이용 효율로 3종류의 서로 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 수 있다. 또한, 이 광 픽업 장치를 탑재하여 음성 및/또는 화상을 기록하고, 및/또는, 음성 및/또는 화상을 재생 가능하도록 본 발명에 따른 기록·재생 장치를 구성할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 또 다른 대물 렌즈는 파장 λ_1 의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 광 픽업 장치용 대물 렌즈로서, 상기 대물 렌즈는 굴절형 렌즈와 상기 굴절형 렌즈의 광속 입사면측에 배치된 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 갖는 회절 광학 소자로 구성된 복합형 대물 렌즈로, 상기 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장 λ_1 의 제1 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 , 상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장 λ_2 의 제2 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 , 상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장 λ_3 의 제3 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 , 상기 파장 λ_1 의 광속에 의해 상기 제1 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 , 상기 파장 λ_2 의 광속에 의해 상기 제2 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 , 상기 파장 λ_3 의 광속에 의해 상기 제3 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 이라고 했을 때,

$$|n_1| > |n_2|$$

또한,

$$|n_1| > |n_3|$$

을 만족시키는 동시에 상기 대물 렌즈는 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA1내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제1 광속의 n1차 회절광을 상기 제1 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있으며, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA2내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제2 광속의 n2차 회절광을 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있고, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA3 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제3 광속의 n3차 회절광을 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있는 것을 특징으로 한다.

이 대물 렌즈에 따르면, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체의 기록 및 재생에 사용되는 광속의 회절 차수가 상기 식을 만족시키도록 회절 광학 소자의 회절 구조를 결정하므로, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체의 기록 및 재생에 사용되는 각 광속에 대하여 각각 높은 회절 효율을 얻을 수 있다. 아울러, 이 회절 구조의 작용에 의해 제1 보호 기판 두께 내지 제3 보호 기판 두께중 적어도 2개의 서로 다른 보호 기판 두께의 차이에 의해 발생되는 구면수차가 보정되므로, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체 모두에 정보의 기록 또는 재생을 양호하게 수행할 수 있다. 또한, 회절 구조의 작용에 의해 파장이 서로 다른 각각의 광원으로부터의 광속이 대물 렌즈에 입사되면 렌즈 재료의 분산에 따라 변화하는 구면수차가 보정되므로, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체 모두에 정보의 기록 또는 재생을 양호하게 수행할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 회절 광학 소자는 상술된 복합형 대물 렌즈에 이용되는 회절 광학 소자로서, 상기 회절 구조가 입사되는 광의 파장이 길어지는 방향으로 변화되는 경우에 구면수차가 보정 부족 방향으로 변화되는 구면수차 특성을 갖는 것을 특징으로 한다.

상술된 회절 광학 소자에서는 상기 회절 구조가 파장 λ , 상기 회절 구조 n1에서 최적화되는 동시에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380\text{nm} < \lambda_1 < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda_2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda_3 < 800\text{nm}$$

$$340\text{nm} < \lambda_B < 440\text{nm}$$

$$|n_1| = 2$$

$$|n_2| = 1$$

$$|n_3| = 1$$

이 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$350\text{nm} < \lambda_B < 420\text{nm}$$

또한, 상술된 회절 광학 소자에서는 상기 회절 구조가 파장 λ_B , 상기 회절 구조 n_1 에서 최적화되는 동시에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380\text{nm} < \lambda_1 < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda_2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda_3 < 800\text{nm}$$

$$400\text{nm} < \lambda_B < 430\text{nm}$$

$$|n_1| = 6$$

$$|n_2| = 4$$

$$|n_3| = 3$$

이 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$405\text{nm} < \lambda_B < 425\text{nm}$$

또한, 상술된 회절 광학 소자에서 상기 회절 구조는 양의 파워를 갖는 것이 바람직하다.

또한, 파장 λ_B , 상기 회절 차수 n_1 에서 최적화되는 상기 회절 구조의 상기 복수의 윤대의 각 위치를,

$$\Phi_b = n_1 \cdot (b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 {여기에서, h 는 광축으로부터의 높이(mm), b_2, b_4, b_6, \dots 는 각각 2차, 4차, 6차, \dots 의 광로차 함수 계수(회절면 계수라고도 한다)이다},

$$PD = \sum (-2 \cdot n_1 \cdot b_2)$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

또한, 상기 회절 구조는 평면상에 형성되는 것이 바람직하다. 또는, 상기 회절 구조는 비구면상에 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 회절 광학 소자는 플라스틱 재료로 형성되는 것이 바람직하다.

상술된 복합형 대물 렌즈에 있어서, 상기 회절 광학 소자는 상기 굴절형 렌즈와 일체로 트래킹 구동되는 것이 바람직하다. 이 경우에 상기 회절 광학 소자와 상기 굴절형 렌즈는 각각 일체 성형된 플랜지부를 가지며, 상기 각각의 플랜지부가 감합되어 상기 회절 광학 소자와 상기 굴절형 렌즈가 일체화되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA_1, NA_2 는,

$$NA_1 > NA_2$$

를 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역을 통과하는 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되는 동시에 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에서의 파면 수차가 0.07λ 2보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에서의 파면 수차가 0.20λ 2보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1, NA2, NA3은,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역을 통과하는 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되는 동시에 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제3 광 정보 기록 매체의 기록 정보면상에서의 파면수차가 0.07λ 3보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에서의 파면 수차가 0.20λ 3보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 대물 렌즈는,

$$NA1 > NA2$$

를 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA2에 대응하는 상기 회절 광학 소자의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 회절 광학 소자의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 할 수 있는 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하다.

이 경우에 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 회절 광학 소자의 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 통과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 회절 광학 소자의 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 대물 렌즈는,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

를 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 회절 광학 소자의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 회절 광학 소자의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 할 수 있는 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하다.

이 경우에 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 회절 광학 소자의 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 투과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 회절 광학 소자의 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 회절 광학 소자의 광학면상에 형성된 파장 선택 필터인 것이 바람직하다.

또한, 상기 굴절형 렌즈는 플라스틱 재료로 형성되거나 유리 재료로 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 굴절형 렌즈는 하나의 렌즈군으로 구성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 굴절형 렌즈와 상기 회절 광학 소자를 합친 상기 대물 렌즈 전계의 상기 파장 λ 1에서의 초점 거리를 $f1(m)$, 상기 굴절형 렌즈의 중심 두께를 $d(mm)$, 상기 대물 렌즈에 입사되는 상기 파장 λ 1의 광속의 지름을 $\Phi 1(mm)$, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 상기 대물 렌즈의 작동 거리를 $fB3(mm)$ 로 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$0.7 < d/f1 < 1.5$$

$$2.8 < \Phi 1 < 5.8$$

$$fB3 > 0.2$$

또한, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우, 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m3$ 으로 한 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$m3 < 0$$

또한, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$-0.25 < m3 < -0.05$$

또한, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우, 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m2$ 로 한 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$m2 < 0$$

이 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$-0.20 < m2 < -0.02$$

또한, 상술의 대물 렌즈는 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380nm < \lambda 1 < 420nm$$

$$630nm < \lambda 2 < 670nm$$

$$760nm < \lambda 3 < 800nm$$

$$0.0mm \leq t1 < 0.3mm$$

$$0.5mm < t2 < 0.7mm$$

$$1.0mm < t3 < 1.3mm$$

$$0.99 > NA1 \geq 0.70$$

$$0.70 > NA2 \geq 0.55$$

$$0.55 > NA3 \geq 0.40$$

또한, 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치는 파장 $\lambda 1$ 의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께($t1$)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t2 > t1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 $\lambda 3$ ($\lambda 2 < \lambda 3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t3 > t2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 픽업 장치로, 상술된 대물 렌즈를 구비하는 것을 특징으로 한다. 따라서, 충분한 광량 이용 효율로 3종류의 서로 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 수 있다. 또한, 이 픽업 장치를 탑재하여 음성 및/또는 화상을 기록하고, 및/또는, 음성 및/또는 화상을 재생 가능하도록 본 발명에 따른 기록·재생 장치를 구성할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 또 다른 대물 렌즈는 파장 $\lambda 1$ 의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께($t1$)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t2 \geq t1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 $\lambda 3$ ($\lambda 2 < \lambda 3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t3 \geq t2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 광 픽업 장치용 대물 렌즈로, 상기 광 픽업 장치는 상기 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께의 차이에 기인하여 변화하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 차이 보정 수단을 가지며, 상기 파장 $\lambda 1$ 의 광속에 의해 상기 제1 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 $NA1$, 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m1$ 로 하는 경우에 상기 대물 렌즈는 상기 파장 $\lambda 1$, 상기 제1 보호 기관 두께 $t1$, 상기 상측 개구수 $NA1$, 상기 결상배율 $m1$ 의 조합을 통해 구면수차가 최소가 되도록 최적화된 것을 특징으로 한다.

이 대물 렌즈에 따르면, 제1 광 정보 기록 매체에 이용되는 파장이 가장 짧은 광속에 대한 구면수차가 최소가 되는 동시에 3종류의 서로 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 또는 재생을 수행할 때에 적용할 수 있는 대물 렌즈를 제공할 수 있다.

상기 대물 렌즈는 굴절형 렌즈인 것이 바람직하고, 또한 상기 대물 렌즈는 하나의 렌즈군으로 구성되는 것이 바람직하다.

이 경우에 상기 대물 렌즈의 상기 파장 $\lambda 1$ 에서의 초점 거리를 $f1(mm)$, 중심 두께를 $d(mm)$, 상기 대물 렌즈에 입사되는 상기 파장 $\lambda 1$ 의 광속의 지름을 $\Phi 1(mm)$, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 상기 대물 렌즈의 작동 거리를 $fB3(mm)$ 으로 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$0.7 < d/f1 < 1.5$$

$$2.8 < \Phi 1 < 5.8$$

$$fB3 > 0.2$$

또한, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 $NA1$, $NA2$ 는,

$$NA1 > NA2$$

를 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 하는 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 통과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1, NA2, NA3은,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

를 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 하는 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 통과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 광학면상에 형성된 파장 선택 필터인 것이 바람직하다.

상술된 대물 렌즈는 플라스틱 재료로 형성되거나 유리 재료로 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 상술된 대물 렌즈는 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380\text{nm} < \lambda 1 < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda 2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda 3 < 800\text{nm}$$

$$0.0\text{mm} \leq t1 < 0.3\text{mm}$$

$$0.5\text{mm} < t2 < 0.7\text{mm}$$

$$1.0\text{mm} < t3 < 1.3\text{mm}$$

$$0.99 > NA1 \geq 0.70$$

$$0.70 > NA2 \geq 0.55$$

$$0.55 > NA3 \geq 0.40$$

또한, 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치는 파장 λ 1의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ 2($\lambda 1 < \lambda 2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 > t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을

수행하고, 파장 λ_3 ($\lambda_3 < \lambda_2$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 > t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 광 픽업 장치로, 상술된 대물 렌즈를 구비하는 것을 특징으로 한다. 따라서, 특히 제1 광 정보 기록 매체에 안정되게 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 수 있다. 또한, 이 광 픽업 장치를 탑재하여 음성 및/또는 화상을 기록하고, 및/또는, 음성 및/또는 화상이 재생 가능하도록 본 발명에 따른 기록·재생 장치를 구성할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 광학 소자는 파장 λ_1 의 제1 광원으로부터의 제1 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 제2 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 제3 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 또한 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 공통의 대물 렌즈를 이용하는 광 픽업 장치용 광학 소자로, 상기 광학 소자의 입사 동면(瞳面)을 광축 근방으로부터 외측을 향해 순서대로 제1 광속 영역, 제2 광속 영역, 제3 광속 영역의 윤대형의 3개의 광속 영역으로 분할하는 경우에 상기 각 광속 영역에 입사되는 광속이 통과하는 상기 광학 소자의 영역을 각각 광축 근방으로부터 외측을 향해 순서대로 제1 광학 영역, 제2 광학 영역, 제3 광학 영역으로 했을 때, 상기 제1 광학 영역에 입사되는 상기 제1 내지 제3 광속은 각각 상기 제1 내지 제3 광 정보 기록 매체의 각 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하도록 집광되고, 또한 상기 제2 광학 영역에 입사되는 상기 제1 및 제2 광속은 각각 상기 제1 및 제2 광 정보 기록 매체의 각 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하도록 집광되며, 상기 제2 광학 영역에 입사되는 상기 제3 광속은 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하지 않고, 또한 상기 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제1 광속은 상기 제1 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하도록 집광되며, 상기 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제2 및 제3 광속은 각각 상기 제2 및 제3 광 정보 기록 매체의 각 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하지 않는 것을 특징으로 한다.

이 광학 소자에 따르면, 3개의 광학 영역을 갖는 3종류의 서로 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 광 픽업 장치에 적용할 수 있는 광학 소자를 제공할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 또 다른 광학 소자는 파장 λ_1 의 제1 광원으로부터의 제1 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 제2 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 제3 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하며, 또한 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 공통의 대물 렌즈를 이용하는 광 픽업 장치용 광학 소자로, 상기 광학 소자의 입사 동면을 광축 근방으로부터 외측을 향해 순서대로 제1 광속 영역, 제2 광속 영역, 제3 광속 영역의 윤대형의 3개의 광속 영역으로 분할하는 경우에 상기 각 광속 영역에 입사되는 광속이 통과하는 상기 광학 소자의 영역을 각각 광축 근방으로부터 외측을 향해 순서대로 제1 광학 영역, 제2 광학 영역, 제3 광학 영역으로 했을 때, 상기 제1 광학 영역에 입사되는 상기 제1 내지 제3 광속은 각각 상기 제1 내지 제3 광 정보 기록 매체의 각 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하도록 집광되고, 또한 상기 제2 광학 영역에 입사되는 상기 제1 및 제2 광속은 각각 상기 제1 및 제2 광 정보 기록 매체의 각 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하도록 집광되며, 상기 제2 광학 영역에 입사되는 상기 제3 광속은 차단되어 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달되지 않고, 또한 상기 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제1 광속은 상기 제1 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하도록 집광되며, 상기 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제2 광속은 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하지 않는 동시에 상기 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제3 광속은 차단되어 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 도달되지 않는 것을 특징으로 한다.

이 광학 소자에 따르면, 3개의 광학 영역을 갖는 3종류의 서로 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 광 픽업 장치에 적용할 수 있는 광학 소자를 제공할 수 있다.

상술된 광학 소자는 상기 제2 및 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제3 광속을 차단하여 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 도달되지 않도록 할 수 있는 광속 차단 수단을 갖는 광 픽업 장치에 이용되는 것이 바람직하다.

이 경우에 상기 광속 차단 수단은 상기 광학 소자의 광학면상에 형성된 파장 선택 필터인 것이 바람직하다.

또한, 본 발명에 따른 또 다른 광학 소자는 파장 λ_1 의 제1 광원으로부터의 제1 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 제2 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 제3 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 또한 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 공통의 대물 렌즈를 이용하는 광 픽업 장치용 광학 소자로, 상기 광학 소자의 입사 동면을 광축 근방으로부터 외측을 향해 순서대로 제1 광속 영역, 제2 광속 영역, 제3 광속 영역의 윤대형의 3개의 광속 영역으로 분할하는 경우에 상기 각 광속 영역에 입사되는 광속이 통과하는 상기 광학 소자의 영역을 각각 광축 근방으로부터 외측을 향해 순서대로 제1 광학 영역, 제2 광학 영역, 제3 광학 영역으로 했을 때, 상기 제1 광학 영역에 입사되는 상기 제1 내지 제3 광속은 각각 상기 제1 내지 제3 광 정보 기록 매체의 각 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하도록 집광되고, 또한 상기 제2 광학 영역에 입사되는 상기 제1 및 제2 광속은 각각 상기 제1 및 제2 광 정보 기록 매체의 각 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하도록 집광되며, 상기 제2 광학 영역에 입사되는 상기 제3 광속은 차단되어 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달되지 않고, 또한 상기 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제1 광속은 상기 제1 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 양호한 파면을 형성하도록 집광되며, 상기 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제2 광속 및 제3 광속은 모두 차단되어 각각 상기 제2 및 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 도달되지 않는 것을 특징으로 한다.

이 광학 소자에 따르면, 3개의 광학 영역을 갖는 3종류의 서로 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 광 픽업 장치에 적용할 수 있는 광학 소자를 제공할 수 있다.

상술된 광학 소자는 상기 제2 및 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제3 광속을 차단하여 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달되지 않도록 하는 동시에 상기 제3 광학 영역에 입사되는 상기 제2 광속을 차단하여 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달되지 않도록 할 수 있는 광속 차단 수단을 갖는 광 픽업 장치에 이용되는 것이 바람직하다.

이 경우에 상기 광속 차단 수단은 상기 광학 소자의 광학면상에 형성된 파장 선택 필터인 것이 바람직하다.

또한, 상기 광학 소자는 상기 대물 렌즈인 것이 바람직하다.

또한, 상기 광학 소자는 상기 대물 렌즈의 광속 입사면측에 배치되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 광학 소자는 상기 대물 렌즈와 일체로 트래킹 구동되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1 광속을 이용하여 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행할 때의 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 , 상기 제2 광속을 이용하여 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행할 때의 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 ($NA_2 < NA_1$), 상기 제3 광속을 이용하여 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행할 때의 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 이라고 할 때, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$NA_2 = N_2 \cdot \sin \theta_2$$

$$NA3 = N3 \cdot \sin \theta 3$$

단,

$\sin \theta 2$: 상기 제2 광속중 상기 제2 광학 영역의 최주변을 통과하는 광선의 상기 대물 렌즈 최종면으로부터의 광축을 기준으로 측정한 출사각 $\theta 2(\text{deg})$ 의 절대치의 정현(正弦)

$\sin \theta 3$: 상기 제3 광속중 상기 제1 광학 영역의 최주변을 통과하는 광선의 상기 대물 렌즈 최종면으로부터의 광축을 기준으로 측정한 출사각 $\theta 3(\text{deg})$ 의 절대치의 정현

$N2$: 상기 대물 렌즈의 상측 공간의 상기 파장 $\lambda 2$ 에서의 굴절율

$N3$: 상기 대물 렌즈의 상측 공간의 상기 파장 $\lambda 3$ 에서의 굴절율

이 경우에 상기 제1 내지 제3 광학 영역중 적어도 하나의 광학 영역에는 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제 i 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제1 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $ni1$, 상기 제 i 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제2 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $ni2$ 라고 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$|ni1| > |ni2| \quad (\text{단, } i \text{는 } 1 \text{ 또는 } 2 \text{ 또는 } 3)$$

이 경우에 상기 제 i 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제1 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $ni1$, 상기 제 i 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제3 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $ni3$ 이라고 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$|ni1| > |ni3| \quad (\text{단, } i \text{는 } 1 \text{ 또는 } 2 \text{ 또는 } 3)$$

또한, 상기 제2 및 제3 광학 영역에는 각각 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성되고, 상기 제2 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제1 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $n21$, 상기 제3 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제1 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $n31$ 이라고 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$|n31| > |n21|$$

이 경우에 상기 제2 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조는 상기 회절 차수 $n21$ 와 파장 $\lambda B2$ 에서 최적화되고, 또한 상기 제3 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조는 상기 회절 차수 $n31$ 과 파장 $\lambda B3$ 에서 최적화되며 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$\lambda B2 \neq \lambda B3$$

또한, 상술된 회절 광학 소자는 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380\text{nm} < \lambda 1 < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda_2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda_3 < 800\text{nm}$$

또한, 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치는 파장 λ_1 의 제1 광원으로부터의 제1 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 제2 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 > t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 제3 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 > t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 또한 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 공통의 대물 렌즈를 이용하는 광 픽업 장치로, 상술중 어느 하나의 광학 소자를 구비하는 것을 특징으로 한다. 또한, 이 광 픽업 장치를 탑재하여 음성 및/또는 화상을 기록하고, 및/또는, 음성 및/또는 화상을 재생 가능하도록 본 발명에 따른 기록·재생 장치를 구성할 수 있다.

본 발명에 따른 광 픽업 장치는 파장 λ_1 의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 광 픽업 장치로, 상기 광 픽업 장치는 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 공통의 렌즈를 이용하고, 상기 광 픽업 장치는 상기 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께의 차이에 기인하여 변화하는 구면수차를 보정하기 위하여 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로중에 배치된 기관 두께 차이 보정 수단을 갖는데, 상기 기관 두께 차이 보정 수단은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 갖는 회절 광학 소자로, 상기 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장 λ_1 의 제1 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 , 상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장 λ_2 의 제2 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 , 상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장 λ_3 의 제3 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 라고 했을 때,

$$|n_1| > |n_2|$$

또한,

$$|n_1| > |n_3|$$

을 만족시키는 동시에 상기 파장 λ_1 의 광속에 의해 상기 제1 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 , 상기 파장 λ_2 의 광속에 의해 상기 제2 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 , 상기 파장 λ_3 의 광속에 의해 상기 제3 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 이라고 했을 때, 상기 대물 렌즈는 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA_1 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제1 광속의 n_1 차 회절광을 상기 제1 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있고, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA_2 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제2 광속의 n_2 차 회절광을 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있으며, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA_3 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제3 광속의 n_3 차 회절광을 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있는 것을 특징으로 한다.

이 광 픽업 장치에 따르면, 제1 내지 제3 광원으로부터의 모든 광속이 통과하는 공통의 광로에 배치된 기관 두께 차이 보상 수단인 회절 광학 소자에 의해 제1 보호 기관 두께로부터 제3 보호 기관 두께중 적어도 2개의 서로 다른 보호 기관 두께의 차이에 의해 발생하는 구면수차가 보정되므로, 제1 광 정보 기록 매체로부터 제3 광 정보 기록 매체 모두에 정보의 기록 또는 재생을 양호하게 수행할 수 있다.

그러나, 규격이 서로 다른 3종류의 광 디스크에 대하여 컴퓨터블한 광 픽업 시스템에는 파장이 서로 다른 3개의 광원이 탑재된다. 그 이유로 이하의 사항을 들 수 있다. 첫째, 단파장 영역에서는 2층 디스크의 정보 기록층 사이인 중간층의 반사율이 낮기 때문에 고밀도 DVD용 단파장 레이저 광원으로 DVD의 2층 디스크를 읽을 수 없다. 둘째, CD-R이나 CD-RW에서는 정보 기록면의 반사 특성을 이용하여 정보의 재생을 수행하기 때문에 고밀도 DVD용 단파장 레이저 광원으로는 CD가운데 CD-R이나 CD-RW를 읽을 수 없다. 따라서, 규격이 서로 다른 3종류의 광 디스크에 대하여 컴퓨터블한 광 픽업 시스템에는 400nm 부근의 레이저광을 발생하는 청자색 레이저와, 650nm 부근의 레이저광을 발생하는 적색 레이저와, 780nm 부근의 레이저광을 발생하는 적외 레이저와 같이 파장이 서로 다른 3개의 광원을 탑재할 필요가 있다.

이에, 본 발명에 따른 광 픽업 장치에서는 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체의 기록 및 재생에 사용되는 광속의 회절 차수가 상기 식을 만족시키도록 기관 두께 차이 보상 수단인 회절 광학 소자의 회절 구조를 결정하였다. 따라서, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체의 기록 및 재생에 사용되는 각 광속에 대하여 각각 높은 회절 효과를 얻을 수 있다. 또한, 기관 두께 차이 보상 수단인 회절 광학 소자의 회절 작용에 의해 파장이 서로 다른 각각의 광원으로부터 광속이 대물 렌즈로 입사되는 경우에 렌즈 재료의 분산에 의해 변화하는 구면수차가 보정되므로, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체 모두에 정보의 기록 또는 재생을 양호하게 수행할 수 있다.

상기 회절 구조는 파장 λ , 상기 회절 차수 n_1 에서 최적화되는 동시에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$300\text{nm} < \lambda < 500\text{nm}$$

또한, 상기 회절 구조는 파장 λ , 상기 회절 차수 n_1 에서 최적화되는 동시에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380\text{nm} < \lambda < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda < 800\text{nm}$$

$$340\text{nm} < \lambda < 440\text{nm}$$

$$|n_1| = 2$$

$$|n_2| = 1$$

$$|n_3| = 1$$

또한, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$350\text{nm} < \lambda < 420\text{nm}$$

또한, 상기 회절 구조는 파장 λ B, 상기 회절 차수 n_1 에서 최적화되는 동시에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380\text{nm} < \lambda_1 < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda_2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda_3 < 800\text{nm}$$

$$400\text{nm} < \lambda_B < 430\text{nm}$$

$$|n_1| = 6$$

$$|n_2| = 4$$

$$|n_3| = 3$$

또한, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$405\text{nm} < \lambda_B < 425\text{nm}$$

또한, 상기 회절 구조는 정의 파워를 갖는 것이 바람직하다.

또한, 파장 λ_B , 상기 회절 차수 n_1 에서 최적화된 상기 회절 구조의 상기 복수의 윤대의 각 위치를,

$$\Phi_b = n_1 \cdot (b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 {여기서, h 는 광축으로부터의 높이(mm), b_2, b_4, b_6, \dots 는 각각 2차, 4차, 6차, \dots 의 광로차 함수 계수 (회절면 계수라고도 한다)이다},

$$PD = \sum (-2 \cdot n_1 \cdot b_2)$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

또한, 상기 대물 렌즈는 굴절형 대물 렌즈로, 상기 굴절형 대물 렌즈의 광속 입사측에 상기 회절 광학 소자가 배치되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 회절 구조는 평면상에 형성되는 것이 바람직하다. 또는, 상기 회절 구조는 비구면상에 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 회절 광학 소자는 상기 굴절형 대물 렌즈와 일체로 트래킹 구동되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 회절 광학 소자는 상기 대물 렌즈와 일체로 형성되고, 상기 회절 구조는 상기 대물 렌즈의 광속 입사측의 광학면을 포함하는 적어도 하나의 광학면상에 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 상측 개구수 NA_1 내지 NA_3 은,

$$NA_1 > NA_2 > NA_3$$

을 만족시키는 동시에,

상기 광 픽업 장치는 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로중에 배치된 NA1과 NA2와 NA3의 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하다. 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈와 일체로 트래킹 구동되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 기판 두께 차이 보정 수단과 동일한 회절 광학 소자로, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역을 통과하는 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되는 동시에 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에서의 파면수차가 0.07λ 2보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에서의 파면수차가 0.20λ 2보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구부 NA3으로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역을 통과하는 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되는 동시에 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에서의 파면 수차가 0.07λ 3보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 상측 개구수 NA1내에서 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에서의 파면수차가 0.20λ 3보다 큰 상태인 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 투과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 할 수 있는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 투과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 광학면상에 형성된 파장 선택 필터로 구성할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치는 파장 λ 1의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기판 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ 2($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기판 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ 3($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기판 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 광 픽업 장치로, 상기 광 픽업 장치는 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 공통의 대물 렌즈를 이용하고, 상기 광 픽업 장치는 상기 제1 보호 기판 두께 내지 제3 보호 기판 두께의 차이에 기인하여 변화하는 구면수차를 보정하기 위하여 상

기 제2 광원 및 제3 광원으로부터의 각 광속은 통과하고 상기 제1 광원으로부터의 광속은 통과하지 못하는 광로중에 배치된 기판 두께 차이 보정 수단을 갖는데, 상기 기판 두께 차이 보정 수단은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 갖는 회절 광학 소자로, 상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터 파장 λ_2 의 제2 광속이 입사되는 경우에 발생하는 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 , 상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터 파장 λ_3 의 제3 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 라고 했을 때,

$$|n_2| = |n_3|$$

을 만족시키는 동시에 상기 파장 λ_1 의 광속에 의해 상기 제1 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 , 상기 파장 λ_2 의 광속에 의해 상기 제2 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 , 상기 파장 λ_3 의 광속에 의해 상기 제3 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 으로 했을 때, 상기 대물 렌즈는 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA_1 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제1 광속을 상기 제1 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있고, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA_2 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제2 광속의 n_2 차 회절광을 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있으며, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA_3 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제3 광속의 n_3 차 회절광을 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있는 것을 특징으로 한다.

이 광 픽업 장치에 따르면, 제2 광원 및 제3 광원으로부터의 각 광속은 원래대로 통과되고 또한 제1 광원으로부터의 광속은 통과하지 못하는 광로에 배치된 기판 두께 차이 보정 수단인 회절 광학 소자에 의해 제1 보호 기판 두께로부터 제3 보호 기판 두께중 적어도 2개의 서로 다른 보호 기판 두께의 차이에 의해 발생하는 구면수차가 보정되므로, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체 모두에 정보의 기록 또는 재생을 양호하게 수행할 수 있다. 또한, 기판 두께 차이 보정 수단인 회절 광학 소자의 회절 작용에 의해 파장이 서로 다른 각각의 광원으로부터의 광속이 대물 렌즈에 입사되는 경우에 렌즈 재료의 분산에 의해 변화하는 구면수차가 보정되므로, 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체 모두에 정보의 기록 또는 재생을 양호하게 수행할 수 있다.

상기 회절 구조는 파장 λ_B , 상기 회절 차수 n_2 에서 최적화되는 동시에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$630\text{nm} < \lambda_2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda_3 < 800\text{nm}$$

$$\lambda_2 < \lambda_B < \lambda_3$$

또한, 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우, 상기 대물 렌즈의 결상배율을 m_1 로 한 경우에 상기 대물 렌즈는 상기 파장 λ_1 , 상기 제1 보호 기판 두께 t_1 , 상기 상측 개구수 NA_1 , 상기 결상배율 m_1 의 조합을 통해 수차가 최소가 되도록 최적화된 굴절형 렌즈인 것이 바람직하다.

또한, 상기 상측 개구수 NA_1 내지 NA_3 은,

$$NA_1 > NA_2 > NA_3$$

을 만족시키는 동시에,

상기 광 픽업 장치는 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로중에 배치된 NA1과 NA2와 NA3의 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈와 일체로 트래킹 구동되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 제1 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 할 수 있는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 투과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 할 수 있는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 투과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 광학면상에 형성된 파장 선택 필터로 구성할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 또 다른 광 픽업 장치는 파장 λ 1의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ 2($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 > t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ 3($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 > t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 광 픽업 장치로, 상기 광 픽업 장치는 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 공통의 대물 렌즈를 이용하고, 상기 제1 보호 기관 두께와 제2 보호 기관 두께의 차이에 기인하여 변화하는 구면수차를 보정하기 위하여 상기 제1 광원 및 상기 제3 광원으로부터의 광속이 통과하지 못하는 광로중에 배치된 제1 기관 두께 차이 보정 수단과, 상기 제1 보호 기관 두께와 제3 보호 기관 두께의 차이에 기인하여 변화하는 구면수차를 보정하기 위하여 상기 제3 광원으로부터의 광속만이 통과하고 상기 제1 광원 및 제2 광원으로부터의 광속은 통과하지 못하는 광로중에 배치된 제2 기관 두께 차이 보정 수단을 갖는데, 상기 제1 기관 두께 차이 보정 수단은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 갖는 제1 회절 광학 소자로, 상기 제1 회절 광학 소자의 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장 λ 2의 제2 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 라고 했을 때, 상기 제1 회절 광학 소자의 회절 구조는 상기 파장 λ 2와 대략 일치하는 파장 λ B2, 상기 회절 차수 n_2 에서 최적화되고, 상기 제2 기관 두께 차이 보정 수단은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 갖는 제2 회절 광학 소자로, 상기 제2 회절 광학 소자의 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장 λ 3의 제3 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 이라고 했을 때, 상기 제2 회절 광학 소자의 회절 구조는 상기 파장 λ 3와 대략 일치하는 파장 λ B3, 상기 회절 차수 n_3 에서 최적화되고, 상기 파장 λ 1의 광속에 의해 상기 제1 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA1, 상기 파장 λ 2의 광속에 의해 상기 제2 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA2, 상기 파장 λ 3의 광속에 의해 상기 제3 광 정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA3으로 한 경우에 상기 대물 렌즈는 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA1내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제1 광속

을 상기 제1 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있고, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA2내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제2 광속의 $n2$ 차 회절광을 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있으며, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하기 위하여 상기 개구수 NA3내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제3 광속의 $n3$ 차 회절광을 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광할 수 있는 것을 특징으로 한다.

이 광 픽업 장치에 따르면, 제2 광원으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 기관 두께 보정 수단이 배치되고, 또한 제3 광원으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제2 기관 두께 보정 수단이 배치하며, 또한 제3 광원으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제2 기관 두께 보정 수단을 배치하는 경우에 최적의 기관 두께 차이 보정 수단을 실현할 수 있으므로, 3종류의 서로 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 또는 재생을 수행할 때에 문제가 되는 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정할 수 있다.

상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우, 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m1$ 로 한 경우에 상기 대물 렌즈는 상기 파장 λ 1, 상기 제1 보호 기관 두께 $t1$, 상기 상측 개구수 NA1, 상기 결상배율 $m1$ 의 조합을 통해 수차가 최소가 되도록 최적화된 굴절형 렌즈인 것이 바람직하다.

또한, 상기 상측 개구수 NA1 내지 NA3은,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에,

상기 광 픽업 장치는 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로중에 배치된 NA1과 NA2와 NA3의 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하다. 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈와 일체로 트레이킹 구동되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 2의 광속이 상기 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 할 수 있는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 투과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속을 차단하여 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 상기 파장 λ 3의 광속이 상기 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상까지 도달되지 않도록 할 수 있는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 1의 광속을 투과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 광학면상에 형성된 파장 선택 필터로 구성할 수 있다.

상술된 각 광 픽업 장치에 있어서, 상기 대물 렌즈는 하나의 렌즈군으로 구성되는 것이 바람직하다. 이를 통해, 광 픽업 장치에서 특별히 제3 광 정보 기록 매체에 대한 작동 거리를 충분히 확보할 수 있다. 이 경우에 상기 대물 렌즈의 상기 파장 λ 1에서의 초점 거리를 $f1(mm)$, 중심 두께를 $d(mm)$, 상기 대물 렌즈에 입사되는 상기 파장 λ 1의 광속의 지름을 $\Phi 1(mm)$, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 작동 거리를 $fB3(mm)$ 으로 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 작동 거리를 충분히 확보하는 데에 있어서 더욱 바람직하다.

$$0.7 < d/f1 < 1.5$$

$$2.8 < \Phi 1 < 5.8$$

$$fB3 > 0.2$$

또한, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우, 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m3$ 로 한 경우에 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 한다.

$$m3 < 0$$

이 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$-0.25 < m3 < -0.05$$

또한, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우, 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m2$ 로 한 경우에 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 한다.

$$m2 < 0$$

이 경우에 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$-0.20 < m2 < -0.02$$

또한, 상술된 각 광 픽업 장치에 있어서, 상기 대물 렌즈는 플라스틱 재료로 형성되거나 유리 재료로 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$380nm < \lambda 1 < 420nm$$

$$630nm < \lambda 2 < 670nm$$

$$760nm < \lambda 3 < 800nm$$

$$0.0mm \leq t1 < 0.3mm$$

$$0.5mm < t2 < 0.7mm$$

$$1.0mm < t3 < 1.3mm$$

$$0.99 > NA1 \geq 0.70$$

$$0.70 > NA2 \geq 0.55$$

$$0.55 > NA3 \geq 0.40$$

또한, 상기 NA1이 0.8이상이고, 상기 제1 보호 기관 두께의 미소한 오차에 기인하여 변화하는 구면수차를 보정하기 위하여 적어도 상기 제1 광원으로부터의 광속이 통과하는 광로중에 배치된 기관 두께 오차 보정 수단을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1 광 정보 기록 매체는 동일 광속 입사면측에 복수의 정보 기록층을 갖는 구조를 가지며, 상기 제1 광 정보 기록 매체의 각각의 정보 기록층의 정보 기록면에 상기 제1 광원으로부터의 광속을 집광시킬 때에 상기 제1 광 정보 기록 매체의 광속 입사면으로부터 각각의 정보 기록면까지의 보호 기관 두께의 차이에 기인하여 발생하는 구면수차를 적어도 상기 제1 광원으로부터의 광속이 통과하는 광로중에 배치된 기관 두께 오차 보정 수단으로 보정하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 기관 두께 오차 보정 수단은 광축 방향으로 이동하는 것으로, 상기 대물 렌즈에 입사되는 상기 제1 광원으로부터의 광속의 마지막 광선의 경각을 변화시킬 수 있는 적어도 하나의 가동 광학 소자와, 상기 가동 광학 소자를 광축 방향으로 변이시키기 위한 구동 수단을 구비하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 기관 두께 오차 보정 수단은 적어도 하나의 굴절을 분포 가변 재료층을 가지고, 전장 또는 자장 또는 열을 인가시켜 상기 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절을 분포를 변화시키는 굴절을 분포 가변 소자와, 전장 또는 자장 또는 열을 인가시키기 위한 인가 수단을 구비하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 파장 λ 1이 550nm보다 짧고, 상기 제1 광원으로부터의 광속의 미소한 파장 변화에 기인하여 발생하는 색수차를 보정하기 위하여 적어도 상기 제1 광원으로부터의 광속이 통과하는 광로중에 배치된 색수차 보정 수단을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 색수차 보정 수단은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성된 적어도 하나의 회절면을 갖는 회절 광학 소자로, 제1 회절면의 회절 구조에 의해 투과 파면에 부가되는 광로도를,

$$\Phi_{bl} = z_l \cdot (b_{2l} \cdot h_l^2 + b_{4l} \cdot h_l^4 + b_{6l} \cdot h_l^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 {여기서, z_l 는 상기 제1 회절면의 회절 구조에 상기 파장 λ 1의 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 파장 λ 1의 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수, h_l 는 광축으로부터의 높이(mm), b_{2l} , b_{4l} , b_{6l} , ... 는 각각 2차 4차 6차, ... 의 광로차 함수 계수(회절면 계수라고도 한다)이다.}

$$PD = \sum (-2 \cdot z_l \cdot b_{2l})$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

이 경우에 상기 색수차 보정 수단은 상기 대물 렌즈와 일체로 형성되고, 상기 색수차 보정 수단의 회절 구조는 상기 대물 렌즈의 광속 입사측의 광학면을 포함하는 적어도 하나의 광학면상에 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 색수차 보정 수단은 상대적으로 아베수가 큰 정렌즈군과 상대적으로 아베수가 작은 부렌즈군으로 구성되며, 상기 정렌즈군의 아베수 v_dP 및 상기 부렌즈군의 아베수 v_{dN} 이 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$v \, dP > 55$$

$$v \, dN < 35$$

또한, 상기 제1 광원의 파장이 +1nm 변화하는 경우의 상기 대물 렌즈와 상기 색수차 보정 수단을 합친 광학계의 근축 초점 위치의 변화량 $\Delta f_{\text{OBJ} + \text{CA}}$ 가 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$|\Delta f_{\text{OBJ} + \text{CA}} \cdot NA^2| < 0.15(\mu \text{ m})$$

또한, 제1 광원 내지 제3 광원중 적어도 2개의 광원은 유닛화되어 있는 것이 바람직하다.

상술된 각 광 픽업 장치를 탑재하여 음성 및/또는 화상을 기록하고, 및/또는, 음성 및/또는 화상을 재생 가능하도록 본 발명에 따른 기록·재생 장치를 구성할 수 있다.

본 발명에 따른 광 픽업 장치는 파장 λ_1 의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하며, 파장 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 > t_1$)를 갖는 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하고, 파장 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 > t_2$)를 갖는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 광 픽업 장치로, 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 하나의 렌즈군으로 구성되는 공통의 대물 렌즈를 이용하며, 상기 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께의 차이에 기인하여 변화하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 차이 보정 수단을 갖는 것을 특징으로 한다.

이 광 픽업 장치에 따르면, 3종류의 서로 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 또는 재생을 수행할 때에 문제가 되는 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정할 수 있으며, 단옥(單玉)인 공통의 대물 렌즈를 이용하므로 3종류의 서로 다른 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 동일한 광 픽업 장치로 수행할 수 있다. 또한, 대물 렌즈가 단옥 렌즈이므로, 특히 투명 기관 두께가 큰 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 때의 작동 거리를 충분히 확보할 수 있다.

본 발명에 따른 광 픽업 장치의 광학계에 대하여 도34 내지 도41에 따라 설명한다. 도34 내지 도41은 각 광 픽업 장치를 개념적으로 설명하는 도면으로, 도34 내지 도41에서는 광 픽업 장치의 광학계를 구성하는 각 소자의 위치를 개념적으로 나타내기 위하여 각 소자를 분리하여 도시하고 있는데, 실제로는 동일한 소자가 2개 또는 2개 이상의 기능을 갖는 경우가 있다.

본 발명에 따른 광 픽업 장치의 광학계에서는 도34 내지 도37과 같이 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 통과하는 공통의 광로에 기관 두께 차이 보정 수단을 배치하고 있다.

즉, 도34의 광 픽업 장치는 제1 내지 제3 보호 기관 두께중 적어도 2개의 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 차이 보정 수단(7)과, 적어도 제1 광 정보 기록 매체가 갖는 제1 보호 기관 두께의 두께 오차에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 오차 보정 수단(6)과, 적어도 제1 광원(1)의 미소한 파장 변화에 기인하는 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정 수단(5)을 가지며, 제1 광원(1), 제2 광원(2), 제3 광원(3)으로부터의 각 광속은 공통의 광학계를 통해 광 정보 기록 매체(10)에 입사되어 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 공통의 대물 렌즈(8)를 이용하여 수행한다. 각 광원으로부터의 발산 광속은 콜리메이터(4)에 의해 평행 광속으로 변환된다.

또한, 도35의 광 픽업 장치는 제1 광원(1) 내지 제3 광원(3)으로부터의 각 광속이 통과하는 공통의 광로에 기관 두께 차이 보정 수단(7)과 기관 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하고, 제1 광원(1)으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 광원(1)의 미소한 파장 변화에 기인하는 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정 수단(5)을 배치하여 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 공통의 대물 렌즈(8)를 이용하여 수행한다. 제1 광원(1)으로부터의 광속과, 콜리메이터(9a)에 의해 평행하게 변환된 제2 광원(2) 및 제3 광원(3)으로부터의 광속은 광로 합성 수단(9)에 의해 공통의 광로를 지나게 되는데, 이하의 도면에서도 동일하다.

또한, 도36의 광 픽업 장치는 제1 광원(1) 내지 제3 광원(3)으로부터의 각 광속이 통과하는 공통의 광로에 색수차 보정 수단(5)과 기관 두께 차이 보정 수단(7)을 배치하고, 제1 광원(1)으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 보호 기관 두께의 두께 오차에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하여 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 공통의 대물 렌즈(8)를 이용하여 수행한다.

또한, 도37의 광 픽업 장치는 제1 광원(1) 내지 제3 광원(3)으로부터의 각 광속이 통과하는 공통의 광로에 기관 두께 차이 보정 수단(7)을 배치하고, 제1 광원(1)으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 광원(1)의 미소한 파장 변화에 기인하는 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정 수단(5)과 제1 보호 기관 두께의 두께 오차에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하여 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 공통의 대물 렌즈를 이용하여 수행한다.

또한, 본 발명에 따른 광 픽업 장치의 광학계에서는 도38 내지 도40과 같이 기관 두께 차이 보정 수단을 제2 광원 및 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하고 제1 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 배치한다.

즉, 도38의 광 픽업 장치는 제1 광원(1) 내지 제3 광원(3)으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 색수차 보정 수단(5)을 배치하고, 제2 광원(2) 및 제3 광원(3)으로부터의 광속만이 통과하는 공통의 광로에 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께중 적어도 2개의 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 차이 보정 수단(7)을 배치하며, 제1 광원(1)으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 보호 기관 두께의 두께 오차에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하여 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 공통의 대물 렌즈(8)를 이용하여 수행한다.

또한, 도39의 광 픽업 장치는 제1 광원(1) 내지 제3 광원(3)으로부터의 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 기관 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하고, 제2 광원(2) 및 제3 광원(3)으로부터의 광속만이 통과하는 공통의 광로에 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께중 적어도 2개의 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 보정 수단(7)을 배치하며, 제1 광원(1)으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 광원의 미소한 파장 변화에 기인하는 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정 수단(5)을 배치하여 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 공통의 대물 렌즈(8)를 이용하여 수행한다.

또한, 도40의 광 픽업 장치는 제2 광원(2) 및 제3 광원(3)으로부터의 광속만이 통과하는 공통의 광로에 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께중 적어도 2개의 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 차이 보정 수단(7)을 배치하고, 제1 광원(1)으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 광원(1)의 미소한 파장 변화에 기인하는 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정 수단(5)과 제1 보호 기관 두께의 두께 오차에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하여 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 공통의 대물 렌즈(8)를 이용하여 수행한다.

또한, 본 발명에 따른 광 픽업 장치의 광학계에서는 도41과 같이 제2 광원으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 보호 기관 두께 및 제2 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 차이 보정 수단(7a)을 배치하고, 아울러 제3 광원으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 보호 기관 두께 및 제3 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 차이 보정 수단(7b)을 배치한다.

즉, 도41의 광 픽업 장치는 제1 광원으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 색수차 보정 수단(5)과 기관 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하고, 제2 광원으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 보호 기관 두께 및 제2 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 차이 보정 수단(7a)을 배치하며, 제3 광원으로부터의 광속만이 통과하는 광로에 제1 보호 기관 두께 및 제3 보호 기관 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정하기 위한 기관 두께 차이 보정 수단(7b)을 배치한다. 콜리메이터(4)에 의해 평행 광속으로 변환된 제1 광원으로부터의 광속의 광로와 콜리메이터(9a)에 의해 평행 광속으로 변환된 제2 광원으로부터의 광속의 광로는 광로 합성 수단(9c)에 의해 합성되고, 아울러 콜리메이터(9b)에 의해 평행 광속으로 변환된 제3 광원으로부터의 광속의 광로는 광로 합성 수단(9)에 의해 제1 광원 및 제2 광원으로부터의 광속의 광로와 합성된다. 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체에 대한 정보의 기록 및/또는 재생을 공통의 대물 렌즈(8)를 이용하여 수행한다.

또한, 도34 내지 도41의 광 픽업 장치에서는 각 광원으로부터의 발산 광속을 콜리메이터(4) 또는 콜리메이터(9a) 또는 콜리메이터(9b)를 이용하여 평행 광속으로 변환하도록 구성되어 있는데, 이러한 콜리메이터가 본 발명에 따른 광 픽업 장치의 광학계에 포함되지 않는 경우도 있다. 또한, 도1 내지 도7의 광 픽업 장치에서는 도면의 간략화를 위해 제2 광원과 제3 광원을 동일 부호를 이용하여 나타내고 있는데, 실제 광 픽업 장치에서 제2 광원과 제3 광원은 별개의 광원인 경우도 있다.

상술된 광 픽업 장치에 있어서, 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 각각 NA1, NA2, NA3라고 했을 때, 상기 제1 광원의 파장 λ 1, 상기 제2 광원의 파장 λ 2, 상기 제3 광원의 파장 λ 3, 상기 제1 보호 기관 두께 t1, 상기 제2 보호 기관 두께 t2, 상기 제3 보호 기관 두께 t3 및 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수 NA1, NA2, NA3이 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$350\text{nm} < \lambda 1 < 550\text{nm}$$

$$600\text{nm} < \lambda 2 < 700\text{nm}$$

$$700\text{nm} < \lambda 3 < 850\text{nm}$$

$$0.0\text{mm} \leq t1 < 0.3\text{mm}$$

$$0.5\text{mm} < t2 < 0.7\text{mm}$$

$$1.0\text{mm} < t3 < 1.3\text{mm}$$

$$0.99 > NA1 \geq 0.80$$

$$0.80 > NA2 \geq 0.55$$

$$0.55 > NA3 \geq 0.40$$

또한, 상기 대물 렌즈의 상기 파장 λ 1에서의 초점 거리를 $f1(mm)$, 중심 두께를 $d(mm)$, 상기 대물 렌즈에 입사되는 상기 파장 λ 1의 광속의 지름을 $\Phi 1(mm)$, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 작동 거리를 $fB3(mm)$ 이라고 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$0.7 < d/f1 < 1.5$$

$$2.8 < \Phi 1 < 5.8$$

$$fB3 > 0.2$$

또한, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m3$ 라고 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$-1 < m3 < 0$$

또한, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m2$ 라고 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$-1 < m2 < 0$$

상술된 바와 같이 보호 기판 두께가 서로 다른 3종류의 광 정보 기록 매체중 보호 기판 두께가 큰 제2 광 정보 기록 매체 및/또는 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 대물 렌즈를 발산 광속이 입사되는 유한사양(有限仕様)으로 하면 작동 거리를 충분히 확보할 수 있다.

상기 대물 렌즈는 플라스틱 재료로 형성되거나 유리 재료로 형성된다.

상기 기판 두께 차이 보정 수단(7)은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성된 적어도 하나의 회절면을 가지며, 상기 회절 구조는 입사된 광속의 파장이 긴 방향으로 변화하는 경우에 구면수차가 보정 부족 방향으로 변화하는 구면수차 특성을 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 회절 구조는 상기 대물 렌즈의 적어도 하나의 광학면상에 형성된다.

또한, 상기 기판 두께 차이 보정 수단(7)은 광축 방향으로 변이시킴으로써 상기 대물 렌즈에 입사되는 광속의 마지널 광선의 경각을 변화시킬 수 있는 적어도 하나의 가동 광학 소자와, 상기 가동 광학 소자를 광축 방향으로 변이시키기 위한 구동 수단을 구비하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 기판 두께 차이 보정 수단(7)은 적어도 하나의 굴절을 분포 가변 재료층을 가지며, 전장 또는 자장 또는 열을 인가하여 상기 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절을 분포를 변화시키는 굴절을 분포 가변 소자와, 전장 또는 자장 또는 열을 인가하기 위한 인가 수단을 구비하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m1$, 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m2$, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상배율을 $m3$ 라고 했을 때, 상기 $m1$, $m2$, $m3$ 중 적어도 2개의 결상배율의 값이 달라지도록 함으로써 상기 제1 보호 기판 두께 내지 제3 보호 기판 두께의 차이에 기인하는 구면수차를 보정하는 것이 바람직하다.

상술된 광 픽업 장치에 있어서, 상기 제1 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수 NA1이 0.8이상이므로, 상기 제1 보호 기판 두께 내지 제3 보호 기판 두께중 상기 제1 보호 기판 두께를 포함하는 적어도 하나의 보호 기판 두께의 오차에 기인하여 변화하는 구면수차를 보정하기 위한 기판 두께 차이 보정 수단(6)을 적어도 상기 제1 광원으로부터의 광속이 통과하는 광로중에 갖는 것이 바람직하다. 이를 통해 인해, 특히 고밀도 기록용 제1 광 정보 기록 매체에 안정된 기록 및/또는 재생이 가능하게 된다.

또한, 상기 제1 광 정보 기록 매체는 동일 광속 입사면측에 복수의 정보 기록층을 갖는 구조를 가지며, 상기 제1 광 정보 기록 매체의 각각의 정보 기록층의 정보 기록면에 상기 제1 광원으로부터의 광속을 집광시킬 때에는 상기 제1 광 정보 기록 매체의 광속 입사면으로부터 각각의 정보 기록면까지의 보호 기판 두께의 차이에 기인하여 변화하는 구면수차를 상기 기판 두께 오차 보정 수단(6)으로 보정하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 상기 기판 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1 광원 및 제2 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하고 상기 제3 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 상기 기판 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1 광원으로부터의 광속만이 통과하고 상기 제2 광원 및 제3 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 상기 기판 두께 오차 보정 수단(6)을 배치하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 기판 두께 오차 보정 수단(6)은 광축 방향으로 변이시킴으로써 상기 대물 렌즈에 입사되는 적어도 상기 파장 λ 1의 광속의 마지막 광선의 경각을 변화시킬 수 있는 적어도 하나의 가동 광학 소자와, 상기 가동 광학 소자를 광축 방향으로 변이시키기 위한 구동 수단을 구비하는 것이 바람직하다. 이를 통해, 특히 제1 광 정보 기록 매체가 갖는 제1 보호 기판 두께의 두께 오차에 기인하는 구면수차를 보정할 수 있는 동시에 대물 렌즈 등의 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 특히 제1 광원의 제조 오차에 의한 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화로 인한 대물 렌즈 등의 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화나 굴절을 변화에 의한 구면수차의 변화를 보정할 수 있다. 이로 인해, 특히 고밀도 기록용 제1 광 정보 기록 매체에 안정된 기록 및/또는 재생이 가능해진다.

또한, 상기 기판 두께 오차 보정 수단(6)은 적어도 상기 제1 광원으로부터의 발산 광속의 발산각을 변화시키기 위한 커플링 렌즈로, 상기 커플링 렌즈를 구성하는 광학 소자중 적어도 하나가 상기 가동 광학 소자인 것이 바람직하다. 또는, 상기 기판 두께 오차 보정 수단(6)은 적어도 하나의 정렌즈군과 적어도 하나의 부렌즈군으로 구성되며, 대략 평행 광속인 입사 광속을 대략 평행 광속으로 사출할 수 있는 빔 익스팬더 및/또는 빔 쉬린커이고, 상기 정렌즈군 및 상기 부렌즈군중 적어도 하나의 렌즈군이 상기 가동 광학 소자인 것이 바람직하다.

또한, 상기 기판 두께 오차 보정 수단(6)은 적어도 하나의 굴절을 분포 가변 재료층을 가지며, 전장 또는 자장 또는 열을 인가하여 상기 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절을 분포를 변화시키는 굴절률 분포 가변 소자와, 전장 또는 자장 또는 열을 인가하기 위한 인가 수단을 구비하는 것이 바람직하다. 이를 통해, 특히 제1 광 정보 기록 매체가 갖는 제1 보호 기판 두께의 두께 오차에 기인하는 구면수차를 보정할 수 있는 동시에 대물 렌즈 등의 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 특히 제1 광원의 제조 오차에 의한 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화로 인한 대물 렌즈 등의 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화나 굴절을 변화에 따른 구면수차의 변화를 보정할 수 있다. 이로 인해, 특히 고밀도 기록용 제1 광 정보 기록 매체에 안정된 기록 및/또는 재생이 가능해진다.

또한, 상기 기관 두께 오차 보정 수단(6)은 서로 대향하는 투명 전극의 사이에 협치(挾置)된 액정층과 전원을 구비하며, 상기 투명 전극중 적어도 하나의 투명 전극은 복수의 전압 인가부로 분할되는데, 상기 복수의 전압 인가부중 적어도 하나의 전압 인가부로 상기 전원의 소정의 전압을 인가함으로써, 상기 결정층의 굴절을 분포를 변화시킬 수 있는 것이 바람직하다.

상술된 광 픽업 장치에 있어서, 상기 제1 광원의 파장 λ_1 이 550nm보다 짧으며, 상기 제1 광원 내지 제3 광원중 상기 제1 광원을 포함하는 적어도 하나의 광원의 미소한 파장 변화에 기인하는 상기 대물 렌즈의 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정 수단(5)을 적어도 상기 제1 광원으로부터의 광속이 통과하는 광로중에 갖는 것이 바람직하다. 이를 통해, 광원의 단색성의 단점 등에 기인하는 색수차를 보정할 수 있다. 따라서, 특히 고밀도 기록용인 제1 광 정보 기록 매체에 안정된 기록 및/또는 재생이 가능해진다.

상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 상기 색수차 보정 수단(5)을 배치하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1 광원 및 제2 광원으로부터의 광속이 모두 통과하고 상기 제3 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 상기 색수차 보정 수단(5)을 배치하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 색수차 보정 수단(5)은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성된 회절면을 갖는 2개의 광학 소자가 상기 회절면을 서로 대향하도록 근접하게 배치된 구조를 가지며, 상기 2개의 광학 소자의 재료는 상기 파장 λ_1 근방의 파장 영역에서 소정의 굴절율을 갖는 동시에 상기 2개의 광학 소자의 재료의 상기 파장 λ_2 근방의 파장 영역 및 λ_3 근방의 파장 영역에서의 굴절율 차이가 대략 영인 것이 바람직하다. 따라서, 제1 광원의 파장 근방의 광만이 광학 소자간의 굴절율 차이에 의해 회절하므로 제1 광원의 파장 변동에 기인하는 대물 렌즈(8)의 색수차를 보정할 수 있다.

또한, 상기 색수차 보정 수단(5)은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 가지며, 상기 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장 λ_1 의 제1 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 , 상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장 λ_2 의 제2 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 , 상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장 λ_3 의 제3 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 이라고 했을 때,

$$|n_1| > |n_2|$$

및/또는

$$|n_1| > |n_2| \geq |n_3|$$

을 만족시키는 것이 바람직하다.

이 경우에 상기 회절 구조는 상기 대물 렌즈중 적어도 하나의 광학면상에 형성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1 광원으로부터의 광속만이 통과하고 상기 제2 광원 및 상기 제3 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 상기 색수차 보정 수단을 배치하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 색수차 보정 수단(5)은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성된 적어도 하나의 회절면을 가지고, 제 i 회절면의 회절 구조에 의해 투과 파면에 부가되는 광로차를,

$$\Phi_{bi} = n_i \cdot (b_{2i} \cdot h_i^2 + b_{4i} \cdot h_i^4 + b_{6i} \cdot h_i^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 {여기서, n_i 는 상기 제 i 회절면의 회절 구조에 상기 파장 λ 1의 광속이 입사되는 경우에 발생하는 상기 파장 λ 1의 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수, h_i 는 광축으로부터의 높이(mm), b_{2i} , b_{4i} , b_{6i} , ... 은 각각 2차, 4차, 6차, ... 의 광로차 함수 계수(회절면 계수라고도 한다)이다},

$$PD = \sum (-2 \cdot n_i \cdot b_{2i})$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$1.50 \times 10^{-2} < PD < 15.0 \times 10^{-2}$$

상기 식의 하한 이상에서는 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광되는 파면의 축상 색수차가 지나치게 보정 부족이 되지 않으며, 또한 하한 이하에서는 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 집광되는 파면의 축상 색수차가 보정 과잉이 되지 않는다.

또한, 상기 색수차 보정 수단(5)은 상대적으로 아베수가 큰 정렌즈군과 상대적으로 아베수가 작은 부렌즈군으로 구성되는데, 상기 정렌즈군의 아베수 v_{dP} 및 상기 부렌즈군의 아베수 v_{dN} 가 다음 식을 만족하면 색수차를 적절하게 보정할 수 있다.

$$v_{dP} > 55$$

$$v_{dN} < 35$$

또한, 상기 제1 광원의 파장이 +1nm 변화하는 경우의 상기 대물 렌즈와 상기 색수차 보정 수단을 합친 광학계의 근축 초점 위치의 변화량 $\Delta f_{B_{OBJ} + CA}$ 가 다음 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$|\Delta f_{B_{OBJ} + CA} \cdot NA^2| < 0.15(\mu m)$$

또한, 본 명세서중에서 "기관 두께 오차 보정 수단(6) 및/또는 기관 두께 차이 보정 수단(7)을 통해 구면수차를 (양호하게)보정한다"란, 적어도 기관 두께 오차 보정 수단(6) 및/또는 기관 두께 차이 보정 수단(7)과 대물 렌즈로 구성된 광학계를 통과하는 광속이 각 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 소정의 각 상측 개구수내에서 각 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 λ 를 광원의 파장으로 하였을 경우에 파면 수차가 0.07 λ rms 이하(보다 바람직하게는 0.05 λ rms 이하)인 상태로 집광되도록 구면수차를 보정하는 것을 가리킨다.

상술된 광 픽업 장치에 있어서, 상기 제1 광 정보 기록 매체 내지 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 데에 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 각각 NA1, NA2, NA3이라고 했을 때,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키고, 상기 NA1과 NA2와 NA3의 개구 제한/절환 수단을 구비함으로써, 공통의 대물 렌즈로 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 때에 각각의 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수에 따라 개구의 절환 및/또는 개구의 제한을 수행할 수 있다.

따라서, 제2 광 정보 기록 매체 및 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 각 정보 기록 매체상에서의 집광 스폿의 크기가 필요 이상으로 작아지지 않으므로, 디스크 스큐에서 발생하는 코마 수차를 작게 할 수 있어 충분한 디스크 스큐 마진을 얻을 수 있다. 또한, 필요 개구수 이상의 영역을 통과하는 집광에 기여하지 않는 불필요한 광을 광 검출기가 검출하는 것을 방지할 수 있으므로, 양호한 포커싱 특성이나 트래킹 특성을 얻을 수 있다.

상기 개구 제한/절환 수단은 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성된 적어도 하나의 회절면을 갖는데, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역을 통과하는 파장 λ 2의 광속을 플레이어 성분으로 하고, 및/또는, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA3으로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한/절환 영역을 통과하는 파장 λ 3의 광속을 플레이어 성분으로 함으로써, 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 NA1로 결정되는 조리개를 개방하여 제2 광원으로부터의 파장 λ 2의 광속을 통과시켜도 NA2로부터 NA1에 대응하는 개구 제한 수단의 영역을 통과하는 광속은 제2 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에서의 집광에 기여하지 않으므로 개구 제한 수단으로 기능한다. 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에도 마찬가지로 NA1로 결정되는 조리개를 개방하여 제3 광원으로부터의 파장 λ 3의 광속을 통과시켜도 NA3으로부터 NA1에 대응하는 개구 제한 수단의 영역을 통과하는 광속은 제3 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에서의 집광에 기여하지 않으므로 개구 제한 수단으로 기능한다. 이와 같이, 간단한 구조로 자동적으로 개구 절환을 수행할 수 있으므로, 특별한 개구 절환 수단을 설치할 필요가 없어 비용상 유리하다.

또한, 상기 개구 제한/절환 수단과 상기 대물 렌즈를 합친 광학계에 있어서, 상기 상측 개구수 NA1과 상기 제2 보호 기판 두께 t_2 와 상기 제2 광원의 파장 λ 2의 조합시의 파면 수차가 0.07λ 2rms보다 크고, 및/또는, 상기 상측 개구수 NA1과 상기 제3 보호 기판 두께 t_3 와 상기 제3 광원의 파장 λ 3의 조합시의 파면수차가 0.07λ rms보다 큰 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA2내에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속을 통과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속을 차단하고, 및/또는, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA3내에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속을 투과하는 동시에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한/절환 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖도록 구성하여도 되는데, 제2 광 정보 기록 매체 및 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 필요 개구수 이상의 영역을 통과한 광속을 자동적으로 차단하므로, 특별한 절환 수단을 설치할 필요가 없어 비용상 유리하다.

또한, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA2내에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속의 강도의 80% 이상을 투과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 2의 광속의 강도의 80% 이상을 반사하고, 및/또는, 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA3내에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속의 강도의 80% 이상을 투과시키는 동시에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사되는 파장 λ 3의 광속의 강도의 80% 이상을 반사하는 파장 선택성을 갖도록 하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 대물 렌즈의 적어도 하나의 광학면상에 형성되는 것이 바람직하며, 개구 제한 수단/절환 수단을 간단하게 구성할 수 있다.

또한, 상기 개구 제한/절환 수단은 서로 대향하는 투명 전극과의 사이에 협치된 액정층과 1/4파장판을 구비하는데, 상기 투명 전극중 적어도 한쪽이 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역과 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA2내에 대응하는 영역으로 분할되어 있으며, 상기 투명 전극에 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자의 배향 상태를 윤대형으로 변화시킴으로써, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 상기 투명 전극의 영역을 통과하는 광속의 편광면과 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA2내에 대응하는 상기 투명 전극의 영역을 통과하는 광속의 편광면을 각각 독립적으로 회전시킬 수 있으며, 및/또는, 상기 투명 전극중 적어도 한쪽이 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역과 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA3내에 대응하는 영역으로 분할되어 있으며, 상기 투명 전극에 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자의 배향 상태를 윤대형으로 변화시킴으로써, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 상기 투명 전극의 영역을 통과하는 광속의 편광면과 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA3내에 대응하는 상기 투명 전극의 영역을 통과하는 광속의 편광면을 각각 독립적으로 회전시킬 수 있도록 구성하여도 된다.

또한, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1과 NA2에 대응하는 조리개를 갖는데, 상기 제1 광 정보 기록 매체 또는 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 각각의 조리개를 기계적으로 절환할 수 있도록 구성되고, 및/또는, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1과 NA3에 대응하는 조리개를 갖는데, 상기 제1 광 정보 기록 매체 또는 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 각각의 조리개를 기계적으로 절환할 수 있도록 구성되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 배치되는 것이 바람직하며, 이 경우에 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 대물 렌즈와 일체로 트래킹을 수행하는 것이 바람직하다. 따라서, 양호한 트래킹 특성을 얻을 수 있다.

상술된 광 픽업 장치에 있어서, 상기 대물 렌즈는 상기 상측 개구수 NA1과 상기 제1 보호 기판 두께 t_1 와 상기 제1 광원의 파장 λ 1의 조합시의 구면수차가 최소가 되도록 수차 보정되고, 상기 제2 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 상기 제2 보호 기판 두께와 상기 제1 보호 기판 두께의 두께의 차이에 기인하여 변화하는 구면수차를 상기 기판 두께 차이 보정 수단으로 보정하는 동시에 상기 제3 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 상기 제3 보호 기판 두께와 상기 제1 보호 기판 두께의 두께의 차이에 기인하여 변화하는 구면수차를 상기 기판 두께 차이 보정 수단으로 보정하는 것이 바람직하다. 따라서, 상술된 대물 렌즈로 제2 또는 제3 광 정보 기록 매체에 재생 또는 기록을 수행할 때의 제1 보호 기판 두께 t_1 에 대한 각 보호 기판 두께의 차이로 기인하는 구면수차를 적정하게 보정할 수 있다.

또한, 상기 제1 광원 내지 제3 광원중 적어도 2개의 광원은 유닛화되어 있는 것이 바람직하며, 이와 같이 일체화하면 부품 점수를 삭감할 수 있어 광 픽업 장치를 콤팩트하게 구성할 수 있는 동시에 비용 절감에 기여할 수 있다.

또한, 상기 기판 두께 차이 보정 수단과 상기 기판 두께 오차 보정 수단과 상기 색수차 보정 수단과 상기 개구 제한/절환 수단중 적어도 2개는 일체화되어 있는 것이 바람직하다. 이와 같이 일체화하면 부품 점수를 삭감할 수 있어 광 픽업 장치를 콤팩트하게 구성할 수 있는 동시에 비용 절감에 기여할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 대물 렌즈, 기판 두께 차이 보정 수단, 색수차 보정 수단, 기판 두께 오차 보정 수단, 개구 제한/절환 수단은 각각 상술된 광 픽업 장치의 광학계에 적용하는 것이 바람직하다.

또한, 본 발명에 따른 기록·재생 장치는 상술중 어느 하나의 광 픽업 장치를 탑재하여 음성 및/또는 화상을 기록하고, 및/또는, 음성 및/또는 화상을 재생 가능하도록 구성할 수 있다. 예를 들면, 상술의 본 발명에 따른 각 광 픽업 장치는,

예를 들면 차세대인 보다 고밀도인 제1 광 정보 기록 매체와, DVD, DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, DVD+RW 등의 제2 광 정보 기록 매체와, CD, CD-R, CD-RW, CD-Video, CD-ROM 등의 제3 광 정보 기록 매체에 대하여 컴퓨터블한 플레이어 또는 드라이브 등, 혹은 이들이 조립된 AV기기, 퍼스널 컴퓨터, 기타 정보 단말 등의 음성 및/또는 화상의 기록 장치 및/또는 재생 장치에 탑재될 수 있다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명에 따른 대물 렌즈의 실시 형태에 대해 도면을 참조하여 설명한다.

(제1 실시 형태)

도1은 본 실시 형태의 대물 렌즈(OBJ1)를 도시한 개략도로, 도1의 (a)는 정면도, 도1의 (b)는 측면도, 도1의 (c)는 측면을 일부 확대한 도면이다. 이 대물 렌즈(OBJ1)는, 예를 들면 청자색 반도체 레이저와 같은 단파장 광원을 사용하는 고밀도 DVD 등의 고밀도 광 디스크와, 적색 반도체 레이저를 사용하는 DVD, DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, DVD+RW 등의 DVD 규격의 광 디스크와, 적외 반도체 레이저를 사용하는 CD, CD-R, CD-RW, CD-Video, CD-ROM 등의 CD 규격의 광 디스크에 대하여 두루 사용되는 대물 렌즈로 컴퓨터블하게 기록/재생하기 위한 광 픽업 장치에 적용되며, 광원에서 발한 레이저광을 광 디스크의 정보 기록면상에 집광시키는 기능을 가지고 있다.

대물 렌즈(OBJ1)는 비구면인 2개의 광학면(S1, S2)을 갖는 단렌즈로, 일측의 광학면(S1)상에는 도1의 (a)에 도시된 것처럼 광축을 중심으로 한 윤대형의 회절 구조가 형성되어 있다. 이 회절 구조는 도1의 (c)에 도시된 것처럼 프레넬 렌즈와 같이 각 윤대의 경계에 광축 방향으로 단차 Δ 를 갖는다. 윤대에 입사된 레이저광은 그 윤대의 광축에 수직인 방향의 폭(본 명세서에서는 이러한 윤대의 광축에 수직인 방향의 폭을 "윤대 피치"라 부른다)에 의해 결정되는 방향으로 회절된다.

대물 렌즈(OBJ1)를 플라스틱 렌즈로 형성하면 경량으로 제작할 수 있으므로 대물 렌즈(OBJ1)를 구동하는 액추에이터의 부담을 경감시킬 수 있어 포커스 에러나 트래킹 에러에 대한 대물 렌즈(OBJ1)의 추종을 고속으로 수행할 수 있다.

아울러, 소망하는 금형을 정밀도 좋게 제작하면 사출 성형을 통해 플라스틱 렌즈를 고밀도로 양산하는 것이 가능하므로, 대물 렌즈(OBJ1)의 고성능화나 저비용화를 도모하는 것이 가능해진다. 또한, 플라스틱 재료는 점성이 낮으므로, 미세한 구조인 회절 구조를 고밀도로 전사할 수 있어 형상 오차에 따른 회절 효율의 저하가 작은 대물 렌즈를 얻을 수 있다.

한편, 대물 렌즈(OBJ1)를 유리 렌즈로 형성하면 온도 변화에 따른 굴절율 변화의 영향을 잘 받지 않으므로, 고밀도 광 디스크에 대한 기록/재생중에 액추에이터로부터의 방열 등에 의하여 픽업 장치의 온도가 상승하여도 그 집광 성능이 열화되는 일이 없다. 또한, 유리 재료는 일반적으로 400nm 정도의 단파장 레이저광에 대한 투과율이나 내광성이 높으므로, 고밀도 광 디스크용 대물 렌즈로서 신뢰성이 높은 렌즈를 얻을 수 있다. 대물 렌즈(OBJ1)를 유리 렌즈로 형성하는 경우에는 전사점(Tg)이 400℃ 이하인 유리 재료를 사용하여 금형을 이용한 성형법으로 제작하는 것이 바람직하다. 이와 같이 대물 렌즈를 형성하면 통상의 유리 재료보다 낮은 온도에서의 성형이 가능해지므로, 성형 시간의 단축이나 금형의 장수명화 등에 유리해지며, 결과적으로 대물 렌즈(1)의 저비용화를 실현할 수 있다. 이와 같은 유리 재료로는 스미다 광학 유리사에 의해 제작되는 PG375(상품명)나 PG325(상품명) 등이 있다.

도2는 이 대물 렌즈(OBJ1)를 사용한 광 픽업 장치(PU1)를 도시한 개략도이다. 투명 기판의 두께가 다른 3종류의 광 디스크인 투명 기판이 가장 얇고 기록 밀도가 가장 높은 고밀도 DVD인 제1 광 디스크(D1)와, 투명 기판이 0.6mm인 DVD 규격의 제2 광 디스크(D2)와, 투명 기판이 1.2mm인 CD 규격의 제3 광 디스크(D3)가 있다.

광 픽업 장치(PU1)는 제1 광 디스크(D1)의 기록/재생용 광을 발생하는 제1 광원인 반도체 레이저(LD1)와, 제2 광 디스크(D2)의 기록·재생용 광을 발생하는 제2 광원인 반도체 레이저(L2)와, 제3 광 디스크(D3)의 기록·재생용 광을 발생하는 제3 광원인 반도체 레이저(LD3)의 3종류의 반도체 레이저를 구비하는데, 이들 반도체 레이저는 정보를 기록/재생하는 광 디스크에 따라 선택적으로 발광된다.

반도체 레이저(D1)는 파장 400nm 정도의 레이저광을 발생하는 GaN계 청자색 레이저이다. 또한, 파장 400nm 정도의 레이저광을 발생하는 광원으로 상기 GaN계 청자색 레이저 이외에도 2차 고조파를 이용한 SHG 청자색 레이저를 사용하여도 된다. 반도체 레이저(LD2)는 파장 650nm 정도의 레이저광을 발생하는 적색 반도체 레이저이며, 반도체 레이저(LD3)는 파장 780nm 정도의 레이저광을 발생하는 적외 반도체 레이저이다.

대물 렌즈(OBJ1)는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출되어 콜리메이터 렌즈(CL)에 의해 변환된 평행 광속을 제1 광 디스크(D1)의 투명 기판을 통해 정보 기록면(Dr1)상에 제1 개구수(NA1)내에서 회절 한계내가 되도록 집광하고, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출되는 발산 광속을 제2 광 디스크(D2)의 투명 기판을 통해 정보 기록면(Dr2)상에 제2 개구수(NA2)내에서 회절 한계내가 되도록 집광하며, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출되는 발산 광속을 제3 광 디스크(D3)의 투명 기판을 통해 정보 기록면(Dr3)상에 제3 개구수(NA3)내에서 회절 한계내가 되도록 집광하는 렌즈로, NA1은 0.80 이상이고 NA2는 0.60 내지 0.65 이며 NA3은 0.45 내지 0.50으로 되어 있다.

이와 같이 제2 광 디스크(D2) 및 제3 광 디스크(D3)에 정보의 기록/재생을 수행할 때에 대물 렌즈(OBJ1)에 반도체 레이저(LD2) 및 반도체 레이저(LD3)로부터 사출되는 발산 광속이 입사되도록 하면, 투명 기판이 두꺼운 제2 광 디스크(D2) 및 제3 광 디스크(D3)에 대하여 충분한 작동 거리를 확보할 수 있다.

대물 렌즈(OBJ1)의 광원측의 광학면(2)상에 형성된 회절 구조는, 도1의 (a)에 도시된 것처럼 광축으로부터 주변을 향하여 제1 광 디스크(D1) 내지 제3 광 디스크(D3)의 모든 광 디스크에 기록/재생을 수행하는 데에 사용되는 NA3내에 대응하는 공통 영역과, 제1 광 디스크(D1) 및 제2 광 디스크(D2)에 기록/재생을 수행하는 데에 사용되는 NA3 내지 NA2에 대응하는 제1 주변 영역과, 제1 광 디스크(D1)에 기록/재생을 수행하는 데에 사용되는 NA2 내지 NA1에 대응하는 제2 주변 영역으로 분할되어 있다.

공통 영역에 형성된 회절 구조는,

$$350\text{nm} < \lambda B \leq 420\text{nm}$$

을 만족시키는 파장 λB 의 광이 입사되는 경우에 2차 회절광이 이론상 100% 회절 효율로 발생되도록 최적화되어 있다. 이와 같이 결정된 회절 구조에 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 광속이 입사되는 경우에 2차 회절광이 최대의 회절 광량을 갖도록 발생되고, 대물 렌즈(1)는 이 2차 회절광을 제1 광 디스크(D1)의 기록/재생용 빔으로서 그 정보 기록면(Dr1)상에 집광한다. 또한, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 광속이 입사되는 경우에 1차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 대물 렌즈(1)는 이 1차 회절광을 제2 광 디스크(D2)의 기록/재생용 빔으로서 그 정보 기록면(Dr2)상에 집광한다. 또한, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 광속이 입사되는 경우에 1차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 대물 렌즈(1)는 이 1차 회절광을 제3 광 디스크(D3)의 기록/재생용 빔으로서 그 정보 기록면(Dr3)상에 집광한다.

이와 같이 공통 영역에 형성된 회절 구조에서 발생하는 최대 회절광을 갖는 회절광의 차수를

$$|n_2| = \text{INT}(\lambda \cdot |n_1| / \lambda_2)$$

$$|n_3| = \text{INT}(\lambda \cdot |n_1| / \lambda_3)$$

$$|n_1| > |n_2| \geq |n_3|$$

$$|\text{INT}(\lambda \cdot |n_1| / \lambda_2) - (\lambda \cdot |n_1| / \lambda_2)| < 0.4$$

$$|\text{INT}(\lambda \cdot |n_1| / \lambda_3) - (\lambda \cdot |n_1| / \lambda_3)| < 0.4$$

(단, n_1 은 0, ± 1 이외의 정수이고, $\text{INT}(\lambda \cdot |n_1| / \lambda_2)$ 는 $\lambda \cdot |n_1| / \lambda_2$ 를 반올림하여 얻어지는 정수이며, $\text{INT}(\lambda \cdot |n_1| / \lambda_3)$ 은 $\lambda \cdot |n_1| / \lambda_3$ 을 반올림하여 얻어지는 정수이다.)

를 만족시키도록 결정함으로써, 반도체 레이저(LD1 내지 LD3)의 레이저광에 대한 n_1 차 회절광, n_2 차 회절광, n_3 차 회절광의 회절 효율을 각각 높게 할 수 있다.

예를 들면, 반도체 레이저(LD1, LD2, LD3)의 파장이 각각 405nm, 650nm, 780nm인 경우에 λ_B 로 파장 375nm를 선택하면, 각각의 광 디스크의 기록/재생용 빔의 회절 효율은,

405nm의 2차 회절광의 회절 효율 : 93.0%

650nm의 1차 회절광의 회절 효율 : 92.5%

780nm의 1차 회절광의 회절 효율 : 99.5%

가 된다.

NA3 내지 NA2에 대응하는 제1 주변 영역에 형성된 회절 구조에도 공통 영역에 형성된 회절 구조와 마찬가지로,

$$350\text{nm} < \lambda_B < 420\text{nm}$$

을 만족시키는 파장 λ_B 의 광이 입사되는 경우에 2차 회절광이 이론상 100%의 회절 효율로 발생되도록 최적화되어 있다.

또한, 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조에서 발생하는 회절광은 제1 광 디스크(D1)에 기록/재생을 수행하는 데에 사용되고 제2 광 디스크(D2) 및 제3 광 디스크(D3)에 기록/재생을 수행하는 데에는 사용되지 않으므로, 제2 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출되는 광속의 회절 효율이 중요하다. 따라서, 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조에 반도체 레이저(LD2)와 동일한 파장의 광이 입사되면 2차 회절광이 이론상 100%의 회절 효율로 발생되도록 최적화하였다.

또한, 공통 영역에 형성된 회절 구조는

$$405\text{nm} < \lambda_B < 425\text{nm}$$

을 만족시키는 파장 λ_B 의 광이 입사되는 경우에 6차 회절광이 이론상 100%의 회절 효율로 발생되도록 최적화하여도 된다. 이와 같이 결정된 회절 구조에 반도체 레이저(LD1)로부터 출사된 광속이 입사되는 경우에 6차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 광속이 입사되는 경우에 4차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되며, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 광속이 입사되는 경우에 3차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

예를 들면, 반도체 레이저(LD1, LD2, LD3)의 파장이 각각 405nm, 650nm, 780nm인 경우에 λB 로서 파장 415nm가 선택되면 각각의 광 디스크의 기록/재생용 빔의 회절 효율은,

405nm의 6차 회절광의 회절 효율 : 93.0%

650nm의 4차 회절광의 회절 효율 : 90.9%

780nm의 3차 회절광의 회절 효율 : 88.4%

가 된다.

또한, 공통 영역에 형성된 회절 구조는

$$390\text{nm} < \lambda B < 420\text{nm}$$

을 만족시키는 파장 λB 의 광이 입사되는 경우에 8차 회절광이 이론상 100%의 회절 효율로 발생되도록 최적화하여도 된다. 이와 같이 결정된 회절 구조에 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 광속이 입사되는 경우에 8차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 광속이 입사되는 경우에 5차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되며, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 광속이 입사되는 경우에 4차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

예를 들면, 반도체 레이저(LD1, LD2, LD3)의 파장이 각각 405nm, 650nm, 780nm인 경우에 λB 로서 파장 405nm가 선택되면 각각의 광 디스크의 기록/재생용 빔의 회절 효율은,

405nm의 8차 회절광의 회절 효율 : 100%

650nm의 5차 회절광의 회절 효율 : 99.9%

780nm의 4차 회절광의 회절 효율 : 92.5%

가 된다.

또한, 제1 및 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조는 제1 및 제2 주변 영역을 통과하여 제3 광 디스크(D3)의 정보 기록면(Dr3)상에 도달하는 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 광속에 대하여 큰 구면수차가 부가되도록 결정되며, 제1 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 광속은 제3 광 디스크(D3)의 기록/재생에 사용되는 스폿의 형성에 기여하지 않는 플레어 성분이 된다.

마찬가지로, 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조는 제2 주변 영역을 통과하여 제2 광 디스크(D2)의 정보 기록면상에도 도달하는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 광속에 대하여 큰 구면수차가 부가되도록 결정되며, 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 광속은 제2 광 디스크(D2)의 기록/재생에 사용되는 스폿의 형성에 기여하지 않는 플레어 성분이 된다.

이와 같이 제2 광 디스크(D2) 및 제3 광 디스크(D3)에 기록/재생을 수행하는 데에 사용되는 개구수보다 주변의 영역을 통과하는 광속에 고의로 큰 구면수차를 부가하여 플레어 성분으로 하던 자동적으로 개구 제한이 수행되므로, NA2 및 NA3에 대응하는 조리개를 별도로 설치할 필요가 없어지므로 광 픽업 장치의 구조가 간단해져 바람직하다.

또한, 대물 렌즈(OBJ1)에서는 제1 광 디스크(D1)의 기록/재생용 빔으로서 공통 영역, 제1 주변 영역 및 제2 주변 영역의 각각의 영역에서 서로 동일한 차수의 회절광을 이용하도록 하였으나, 각각의 영역에서 서로 다른 차수의 회절광을 이용하도록 하여도 된다.

예를 들면, 공통 영역과 제1 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 광속에 대한 2차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 그 회절 구조를 결정하고 제2 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 광속에 대한 4차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 그 회절 구조를 결정하면, 2차 회절광을 이용하는 경우에 비해 제2 주변 영역에서의 회절 구조의 이웃하는 윤대의 간격을 넓힐 수 있으므로, 윤대의 형성 오차에 따른 회절 효율의 저하를 방지할 수 있다. 이때, 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조의 이웃하는 윤대끼리의 광로차는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 광속의 경우에 파장의 2.5배이므로, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 광속이 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조에 입사되는 경우에 2차 회절광과 2차 회절광보다 큰 각도로 회절하는 3차 회절광이 같은 정도의 회절광량으로 발생된다. 따라서, 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 광속에 의한 플레어 성분이 2차 회절광에 따른 플레어 성분과 3차 회절광에 따른 플레어 성분으로 분리되는 동시에 각각의 차수의 회절광에 따른 플레어 성분 강도를 작게 할 수 있으므로, 광 검출기(PD2)에서의 신호의 검출 에러를 억제할 수 있다.

또한, 공통 영역과 제1 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 광속에 대한 2차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 그 회절 구조를 결정하고 제2 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 광속에 대한 3차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 그 회절 구조를 결정하면, 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조의 이웃하는 윤대끼리의 광로차는 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 광속의 경우에 파장의 1.5배이므로 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 광속이 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조에 입사되는 경우에 1차 회절광과 1차 회절광보다 큰 각도로 회절하는 2차 회절광이 같은 정도의 회절광량으로 발생된다. 따라서, 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 광속에 따른 플레어 성분이 1차 회절광에 따른 플레어 성분과 2차 회절광에 따른 플레어 성분으로 분리되는 동시에 각각의 차수의 회절광에 따라 플레어 성분 강도를 작게 할 수 있으므로, 광 검출기(PD2)에서의 신호의 검출 에러를 억제할 수 있다.

제1 광 디스크(D1)에 대한 정보의 기록/재생을 수행하는 경우에 반도체 레이저(LD1)로부터 출사된 발산 광속은 편광 빔 스플리터(BS1)를 통과한 후, 콜리메이트 렌즈(CL)에 의해 평행 광속으로 변환되고, 편광 빔 스플리터(BS2), 편광 빔 스플리터(BS3) 및 도시되지 않은 조리개를 통과한 후, 대물 렌즈(OBJ1)에 의해 제1 광 디스크(D1)의 투명 기판을 통해 정보 기록면(Dr1)상에 집광되어 스폿이 형성된다. 대물 렌즈(1)는 그 주변에 배치된 액추에이터(AC)에 의해 포커스 제어 및 트래킹 제어된다.

그리고, 정보 기록면(Dr1)에서 정보 피트에 의해 변조된 반사 광속은 다시 대물 렌즈(OBJ1), 조리개, 편광 빔 스플리터(BS3), 편광 빔 스플리터(BS2)를 통과한 후, 콜리메이트 렌즈(CL)에 의해 수렴 광속으로 변환되어 편광 빔 스플리터(BS1)에 의해 반사되며 실린드릭 렌즈(CY1) 및 오목 렌즈(N1)를 통과하며 비점수차가 부여되어 광 검출기(PD1)에 수속된다. 그리고, 광 검출기(PD1)의 출력 신호를 이용하면 제1 광 디스크(D1)에 대한 정보의 기록/재생을 수행할 수 있다.

제2 광 디스크(D2)에 대한 정보의 기록/재생을 수행하는 경우에 반도체 레이저(LD2)로부터 출사된 발산 광속은 편광 빔 스플리터(BS4)를 통과한 후, 편광 빔 스플리터(BS2)에 의해 반사되고, 편광 빔 스플리터(BS3) 및 도시되지 않은 조리개를 통과한 후, 대물 렌즈(OBJ1)에 의해 제2 광 디스크(D2)의 투명 기판을 통해 정보 기록면(Dr2)상에 집광되어 스폿이 형성된다.

그리고, 정보 기록면(Dr2)에서 정보 피트에 의해 변조된 반사 광속은 다시 대물 렌즈(OBJ1), 조리개, 편광 빔 스플리터(BS3)를 통과한 후, 편광 빔 스플리터(BS2)에 의해 반사된 후, 편광 빔 스플리터(BS4)에 의해 반사되며 실린드릭 렌즈(CY2) 및 오목 렌즈(N2)를 통과하며 비점수차가 부여되어 광 검출기(PD2)에 수속된다. 그리고, 광 검출기(PD2)의 출력 신호를 이용하면 제2 광 디스크(D2)에 대한 정보의 기록/재생을 수행할 수 있다.

제3 광 디스크(D3)에 대한 정보의 기록/재생을 수행하는 경우에 반도체 레이저(D3)로부터 출사된 발산 광속은 편광 빔 스플리터(BS5)를 통과한 후, 편광 빔 스플리터(BS3)에 의해 반사되고, 도시되지 않은 조리개를 통과한 후, 대물 렌즈(OBJ1)에 의해 제3 광 디스크(D3)의 투명 기판을 통해 정보 기록면(Dr3)상에 집광되어 스폿이 형성된다.

그리고, 정보 기록면(Dr3)에서 정보 피트에 의해 변조된 반사 광속은 다시 대물 렌즈(OBJ1), 조리개를 통과한 후, 편광 빔 스플리터(BS3) 및 편광 빔 스플리터(BS5)에 의해 반사된 후, 실린드릭 렌즈(CY3) 및 오목 렌즈(N3)를 통과하며 비점수차가 부여되어 광 검출기(PD3)에 수속된다. 그리고, 광 검출기(PD3)의 출력 신호를 이용하면 제3 광 디스크(D3)에 대한 정보의 기록/재생을 수행할 수 있다.

또한, 광 픽업 장치(PU1)는 반도체 레이저(LD1)와 대물 렌즈(OBJ1)의 사이, 반도체 레이저(LD2)와 대물 렌즈(OBJ1)의 사이 및 반도체 레이저(LD3)와 대물 렌즈(OBJ1)의 사이의 각각의 광로중에 도시되지 않은 1/4파장판을 구비한다.

(제2 실시 형태)

도3은 본 실시 형태의 대물 렌즈(OBJ2)를 도시한 개략도로, 도3의 (a)는 정면도, 도3의 (b)는 측면도, 도3의 (c)는 측면을 일부 확대한 도면이다. 이 대물 렌즈(OBJ1)는, 예를 들면 청자색 반도체 레이저와 같은 단파장 광원을 사용하는 고밀도 DVD 등의 고밀도 광 디스크와, 적색 반도체 레이저를 사용하는 DVD, DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, DVD+RW 등의 DVD 규격의 광 디스크와, 적외 반도체 레이저를 사용하는 CD, CD-R, CD-RW, CD-Vi deo, CD-ROM 등의 CD 규격의 광 디스크에 대하여 두루 사용되는 대물 렌즈로 컴퓨터블하게 기록/재생하기 위한 광 픽업 장치에 적용되며, 광원에서 발한 레이저광을 광 디스크의 정보 기록면상에 집광시키는 기능을 가지고 있다.

대물 렌즈(OBJ2)는 비구면인 2개의 광학면(S3, S4)를 갖는 제1 광학 소자(L1)와 2개의 광학면(S1, S2)를 갖는 제2 광학 소자(L2)로 구성된 복합형 대물 렌즈로, 비구면인 제2 광학 소자(L2)의 광학면(S1)상에는 도3의 (a)에 도시된 것처럼 광축을 중심으로 한 윤대형의 회절 구조가 형성되어 있다. 이 회절 구조는 도3의 (c)에 도시된 것처럼 플레넬 렌즈와 같이 각 윤대의 경계에 광축 방향으로 단차 Δ 를 갖는다. 윤대에 입사된 레이저광은 그 윤대 피치에 의해 결정되는 방향으로 회절된다.

제1 광학 소자(L1)와 제2 광학 소자(L2)는 당접부(M)에 의해 감합(嵌合)되어 있다. 당접부(M)는 금형을 이용한 성형법을 통해 광학면과 일체 성형함으로써, 그 형상을 고정밀도로 제작하는 것이 가능하며, 제1 광학 소자(L1)와 제2 광학 소자(L2) 사이의 광축에 수직인 방향의 위치 결정이나 광축 방향의 위치 결정을 고정밀도로 수행할 수 있다.

대물 렌즈(OBJ2)는 적색 반도체 레이저로부터 사출되는 발산 광속을 DVD의 정보 기록면상에 집광하고, 적외 반도체 레이저로부터 사출되는 발산 광속을 CD의 정보 기록면상에 집광한다. 이와 같이 대물 렌즈에 발산 광속이 입사되는 경우에 트래킹 에러에 의해 발생하는 코마수차가 문제가 된다. 이것은 트래킹 에러에 의해 반도체 레이저의 발광점에 대해서 대물 렌즈가 편심되면 발광점이 대물 렌즈의 축외물점(軸外物点)이 되기 때문이다. 따라서, 발산 광속을 입사시켜 사용하는 대물 렌즈의 설계에 있어서 양호한 트래킹 특성을 얻기 위하여 축외 특성(상고 특성)의 코마수차를 보정해 둘 필요가 있다. 대물 렌즈에 발산 광속이 입사되는 경우에는 평행 광속이 입사되는 경우에 비해 축외 특성의 코마 수차의 발생량이 커지는 경향이 있다. 따라서, 대물 렌즈(OBJ2)에서는 제1 광학 소자(L1)와 제2 광학 소자(L2)로 구성되는 복합형 대물 렌즈로 형성함으로써, 설계 자유도(광학면의 수)를 늘리고 DVD나 CD의 축외 특성의 코마수차를 양호하

게 보정하여 DVD나 CD의 기록/재생시에 양호한 트래킹 특성을 얻을 수 있다.

그러나, 고정밀도 광 디스크와 같이 대물 렌즈의 개구수가 0.85 정도로 설정되는 경우에는 광학면(특히, 광원측의 광학면)의 곡율이 심해진다. 이와 같이 곡율이 심한 광학면에 윤대 구조를 설치하려면 윤대 피치가 매우 작아져 버린다(수 μ 정도).

광학 소자를 형성하기 위하여 이용하는 금형은 SPDT(Single - Point Diamond Turning)라 불리는 미소 지름의 다이아몬드 바이트로 절삭하는 방법으로 제작된다. 그러나 SPDT에 의한 금형 가공에 있어서, 광학면상에 피치가 수 μ 정도인 윤대 구조와 같은 미세 형상을 형성하는 경우에 다이아몬드 바이트의 선단 형상이 금형에 전사됨으로 인해 발생되는 위상 부정합 부분에 의한 레이저광의 이용 효율 저하가 문제가 된다. 또한, 포토리소그래피와 에칭을 반복하여 적용하는 바이널리 옵틱스 제작 기술이나 전자 빔 묘화 기술은 고정밀도 미세형상을 형성하는 데에 적합한 광학 소자의 제작 방법인데, 고정밀도 디스크용 대물 렌즈와 같이 곡율이 큰 광학면상에 미세 형상을 갖는 광학 소자를 제작하는 예나 광학 소자를 사출 성형하기 위하여 이용되는 금형을 제작한 예는 보고되지 않았다.

아울러, 장래에 SPDT에 의한 금형 가공에 있어서 위상 부정합 부분에 의한 레이저 빔의 이용 효율 저하가 문제가 되지 않을 정도로 선단 형상이 작은 다이아몬드 바이트를 사용함으로써 고정밀도 미세 형상의 작성이 기술적으로 가능해지거나, 바이널리 옵틱스 제작 기술이나 전자 빔 묘화 기술을 통해 곡율이 엄한 광학면상에 미세 형상을 갖는 광학 소자의 제작이나 광학 소자를 사출 성형하기 위하여 이용되는 금형의 제작이 기술적으로 가능해지는 경우라도 곡율이 엄한 광학면상에 피치가 수 μ 정도의 윤대 구조를 설치하면 윤대 구조의 단차 부분에 의한 그림자 영향이 커지기 때문에 레이저광의 이용 효율이 저하된다는 문제가 남는다.

이에, 대물 렌즈(OBJ2)에서는 제1 광학 소자(L1)의 근축 파워(P1)(mm^{-1})와 제2 광학 소자(L2)의 근축 파워(P2)(mm^{-1})를,

$$|P1/P2| \leq 0.2$$

를 만족시키도록 설정하고 있다. 광학면(S1)상에 회절 구조가 형성된 제2 광학 소자(L2)의 곡율을 느슨하게 설정함으로써 윤대 구조의 단차 부분에서의 그림자 영향으로 인한 레이저광의 이용 효율 저하를 작게 하는 동시에 제1 광학 소자(L1)의 제2 광학 소자(L2)측의 광학면(S3)의 곡율을 엄하게 설정함으로써 대물 렌즈(OBJ2)의 고개구수화를 도모하였다.

아울러, 제2 광학 소자(L2)의 근축 파워에 대한 제1 광학 소자(L1)의 근축 파워의 비율을 크게 설정함으로써 광속의 집광 작용을 계속해서 제1 광학 소자(L1)가 지니게 함에 따라 대물 렌즈(OBJ2)의 광 디스크측의 광학면(S4)을 마지널 광선이 통과하는 높이가 커지고, 대물 렌즈(OBJ1)와 같이 대물 렌즈를 단렌즈로 구성하는 경우와 같은 정도의 작동 거리를 확보하였다.

아울러, 제2 광학 소자(L2)의 근축 파워(P2)는 제2 광학 소자(L2)를 통과하여 제1 광학 소자(L1)에 입사되는 광속의 마지널 광선이 수렴 광선이 되도록 결정된다. 따라서, 광학면(S3)의 유효 지름이 작아지므로 제1 광학 소자(L1)의 외경을 작게 할 수 있으며, 이에 따라 제2 광학 소자(L2)의 외경도 작아져 대물 렌즈(OBJ2)의 소형화에 유리하다.

광학면(S1)에 형성된 회절 구조는 대물 렌즈(OBJ1)의 광학면(S1)상에 형성된 회절 구조와 동일한 사고 방식에 의해 결정되므로, 여기서는 그 상세한 설명은 생략한다.

도4는 이 대물 렌즈(OBJ2)를 사용한 광 픽업 장치(PU2)를 도시한 개략도이다.

대물 렌즈가 복합형 대물 렌즈인 대물 렌즈(OBJ2)로 구성되어 있는 것을 제외하고는 광 픽업 장치(PU1)와 동일하므로, 여기서는 광 픽업 장치(PU2)에 관한 상세한 설명을 생략한다.

각 실시예의 대물 렌즈에서의 비구면은 광축 방향을 X축, 광축에 수직인 방향의 높이를 h(mm), 굴절면의 곡률 반경을 r이라고 했을 때 아래의 수학식1로 나타낸다. 단, κ 를 원추 계수, A_{2i} 를 비구면 계수로 한다.

수학식 1

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)h^2/r^2}} + \sum_{i=2}^{\infty} A_{2i}h^{2i}$$

또한, 각 실시예에서의 회절면은 광로차 함수 Φ_b 로써 아래의 수학식2로 나타낼 수 있다. 여기서, h(mm)는 광축에 수직인 높이이며, b_{2i} 는 광로차 함수의 계수(또한 굴절면 계수라고도 함)이고, n은 회절면에서 발생하는 회절광의 차수이다.

수학식 2

$$\Phi_b = n \cdot \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i}h^{2i}$$

덧붙여 말하면, 이하의 표 또는 도면에서는 10의 누승의 표면에 E(또는 e)를 이용하여, 예를 들면 E-02(= 10^{-2})와 같이 나타내는 경우가 있다.

또한, 각 실시예의 각 렌즈 데이터 표에서는, r(mm)은 곡률 반경, d(mm)는 면 간격, Nλ 1, Nλ 2 및 Nλ 3은 각각 파장 λ 1, λ 2 및 λ 3에서의 굴절율, v d는 d선에서의 아베수를 나타낸다.

실시예

다음으로 상술한 (제1 실시 형태)와 (제2 실시 형태)에 적합한 실시예를 예로 제시한다.

(제1 실시예)

표1에 렌즈 데이터를 나타낸 제1 실시예는 상술된 실시 형태의 대물 렌즈(OBJ1)로 최적인 플라스틱 단렌즈로, 제1면(S1)상에 윤대형의 회절 구조가 형성되어 있다. 본 실시예의 대물 렌즈는 제1 광 디스크(D1), 제2 광 디스크(D2), 제3 광 디스크(D3)에 대한 사양을 각각

NA1 = 0.85, λ 1 = 405nm, t1 = 0.1mm, m1 = 0

NA2 = 0.65, λ 2 = 650nm, t2 = 0.6mm, m2 = -0.03

NA3 = 0.50, λ 3 = 780nm, t3 = 1.2mm, m3 = -0.14

로 상정하고 있다.

NA3내에 대응하는 공통 영역 및 NA3 내지 NA2내에 대응하는 제1 주변 영역에 형성된 회절 구조의 최적화 파장 λ B와 최적화 차수 nB는 각각 λ B = 415nm, nB = 6이며, NA2 내지 NA1내에 대응하는 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조의 최적화 파장 λ B와 최적화 차수 nB는 각각 λ B = 405nm, nB = 8이다.

따라서, 공통 영역 및 제1 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 405nm의 레이저광에 대한 6차 회절광, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 650nm의 레이저광에 대한 4차 회절광, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 780nm의 레이저광에 대한 3차 회절광이 각각 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 제2 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 650nm의 레이저광에 대한 5차 회절광, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 780nm의 레이저광에 대한 4차 회절광이 각각 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

이와 같이 결정된 회절 구조에 $\lambda 1$ 보다 5nm 긴 파장 410nm의 레이저광이 입사되면 도5의 (a)에 도시된 구면수차도(색수차도)에서 알 수 있는 것처럼 본 실시예의 대물 렌즈의 구면수차는 보정 부족 방향으로 변화한다. 이에, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 백 포커스가 길어지는 방향으로 변화하는 듯한 축상 색수차의 파장 의존성을 갖도록 함으로써, $\lambda 1$ 보다 5nm 긴 파장 410nm의 레이저광이 입사되었을 때의 백 포커스의 변화량(ΔCA)과 상기 파장 $\lambda 1$ 보다 5nm 긴 파장 410nm의 레이저광이 입사되었을 때의 NA1에 대응하는 마지널 광선의 변화량(ΔSA)이

$$-1 < \Delta CA / \Delta SA < 0$$

인 관계를 만족시키도록 함에 따라 반도체 레이저(LD1)가 모드 홉을 일으켜도 최량 상점 위치의 변화가 작게 억제된 렌즈가 된다. 여기서, 백 포커스의 변화량(ΔCA)은 도5의 (a)의 405nm, 410nm의 그래프의 하단의 이동폭으로 나타내어지며, 마지널 광선의 변화량(ΔSA)은 405nm의 그래프를 그 하단이 410nm의 그래프의 하단에 겹쳐지는 위치까지 평행 이동시켰을 때의 그래프의 상단과 410nm의 그래프의 상단과의 폭으로 나타내어진다.

그런데, 대물 렌즈(OBJ1)에 있어서 회절 구조의 근축 파워(PD)를 크게 설정하면 파장 $\lambda 1$ 근방의 축상 색수차를 양호하게 보정할 수 있으므로 반도체 레이저(LD1)의 모드 홉에 대한 집광 성능의 열화가 적은 렌즈로 형성할 수 있으나, 파장 $\lambda 1$ 근방의 축상 색수차를 완전히 보정해 버리면 파장 $\lambda 2$ 에서 파장 $\lambda 3$ 의 파장 영역의 축상 색수차가 보정 과잉되어 반도체 레이저(LD2)나 반도체 레이저(LD3)의 모드 홉에 대한 집광 성능의 열화가 커져 제2 광 디스크나 제3 광 디스크에 대한 정보의 기록을 정확하게 수행할 수 없게 될 우려가 있다.

이에, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 회절 구조의 근축 파워(PD)를,

$$-5.0 \times 10^{-2} < PD < 2.0 \times 10^{-2}$$

를 만족시키도록 설정함으로써, 반도체 레이저(LD2)나 반도체 레이저(LD3)의 모드 홉에 대한 집광 성능의 열화가 지나치게 커지지 않도록 하였다.

또한, 도5의 (b) 및 (c)에 도시된 구면수차도에서 알 수 있는 것처럼, 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 650nm의 레이저광은 제2 광 디스크(D2)의 정보 기록면상에서 플레어 성분이 되고, 제1 주변 영역 및 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 780nm의 레이저광은 제3 광 디스크(D3)의 정보 기록면상에서 플레어 성분이 되므로, NA2 및 NA3에 대한 개구 제한이 자동적으로 수행된다.

[표1]

제1 실시예

파장 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f1 = 2.00\text{mm}$, 상측 개구수 $NA1 = 0.85$, 결상배율 $m1 = 0$

파장 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_2 = 2.07\text{mm}$, 상측 개구수 $\text{NA}_2 = 0.65$, 결상배율 $m_2 = -0.03$

파장 $\lambda_3 = 780\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_3 = 2.07\text{mm}$, 상측 개구수 $\text{NA}_3 = 0.50$, 결상배율 $m_3 = -0.14$

면번호	r (mm)	d (mm)	NA1	NA2	NA3	vd	비고
0		d0 (가면)					평면
1 (S리계)	아래표 참조	아래표 참조	1.52469	1.50661	1.50500	36.5	대환 렌즈
2	-2.7583	d2 (가면)					
3	∞	d3 (가면)	1.61950	1.57756	1.57062	30.0	누적 기판
4	∞						

	$\lambda_1=405\text{nm}$	$\lambda_2=650\text{nm}$	$\lambda_3=780\text{nm}$
d0	∞	63.0204	15.0073
d2	0.1000	0.6000	1.2000
d3	0.7055	0.5217	0.3533

제1면

회절 차수· 최적화 파장· 곡률 반경· 렌즈 두께· 비구면 계수· 회절면 계수

h	$0 \leq h \leq 1.35$	$h > 1.35$
$n1/n2/n3$	6/4/3	8/5/4
λ_B	415nm	405nm
r	1.1651	1.1680
d1	2.2000	2.2000
κ	-6.4035E-01	-5.8616E-01
A4	-5.9766E-04	-5.4913E-03
A6	-4.7504E-03	-7.0850E-03
A8	-1.2137E-03	4.9961E-05
A10	5.8511E-04	1.0882E-03
A12	-2.7474E-04	-2.9682E-04
A14	3.3895E-05	-1.2586E-05
A16	-4.8696E-05	-6.3629E-05
A18	2.5452E-05	2.4493E-05
A20	-4.8020E-06	-2.6949E-06
b2	2.3318E-03	1.0991E-03
b4	-8.9867E-04	-5.1923E-04
b6	-5.3246E-04	-2.8692E-04
b8	-6.2181E-05	-2.3236E-05
b10	-4.6234E-06	-2.8513E-06

제2면

비구면 계수

κ	-4.3900E+01
A4	1.0752E-01
A6	-5.1322E-02
A8	-1.1890E-02
A10	1.9050E-02
A12	-2.2078E-03
A14	-2.4657E-03
A16	6.4120E-04
A18	
A20	

(제2 실시예)

표2에 렌즈 데이터를 나타낸 제2 실시예는 상술된 실시 형태의 대물 렌즈(OBJ1)로 최적인 플라스틱 렌즈로, 제1면(S1)상에 윤대형 회절 구조가 형성되어 있다. 본 실시예의 대물 렌즈는 제1 광 디스크(D1), 제2 광 디스크(D2), 제3 광 디스크(D3)에 대한 사양을 각각

$$NA1 = 0.85, \lambda_1 = 405\text{nm}, t_1 = 0.1\text{mm}, m_1 = 0$$

$$NA2 = 0.65, \lambda_2 = 650\text{nm}, t_2 = 0.6\text{mm}, m_2 = -0.02$$

$$NA3 = 0.50, \lambda_3 = 780\text{nm}, t_3 = 1.2\text{mm}, m_3 = -0.15$$

로 상정하고 있다.

NA3내에 대응하는 공통 영역 및 NA3 내지 NA2내에 대응하는 제1 주변 영역에 형성된 회절 구조의 최적화 파장 λ_B 와 최적화 차수 n_B 는 각각 $\lambda_B = 380\text{nm}$, $n_B = 2$ 이며, NA2 내지 NA1내에 대응하는 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조의 최적화 파장 λ_B 와 최적화 차수 n_B 는 각각 $\lambda_B = 405\text{nm}$, $n_B = 2$ 이다.

따라서, 각각의 영역에 형성된 회절 구조에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 405nm의 레이저광에 대한 2차 회절광, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 650nm의 레이저광에 대한 1차 회절광, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 780nm의 레이저광에 대한 1차 회절광이 각각 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

아울러, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 회절 구조의 근축 파워(PD)를

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

를 만족시키도록 설정함으로써, 반도체 레이저(LD2)나 반도체 레이저(LD3)의 모드 홉에 대한 집광 성능의 열화가 지나치게 커지지 않도록 하였다.

또한, 도6의 (b) 및 (c)에 도시된 구면수차도에서 알 수 있는 것처럼, 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 650nm의 레이저광은 제2 광 디스크(D2)의 정보 기록면상에서 플레어 성분이 되고, 제1 주변 영역 및 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 780nm의 레이저광은 제3 광 디스크(D3)의 정보 기록면상에서 플레어 성분이 되므로, NA2 및 NA3에 대한 개구 제한이 자동적으로 수행된다.

[표2]

제2 실시예

파장 $\lambda_1 = 405\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_1 = 2.00\text{mm}$, 상측 개구수 $NA1 = 0.85$, 결상배율 $m_1 = 0$

파장 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_2 = 2.07\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.65$, 결상배율 $m_2 = -0.02$

파장 $\lambda_3 = 780\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_3 = 2.06\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.50$, 결상배율 $m_3 = -0.15$

면번호	r (mm)	d (mm)	N A 1	N A 2	N A 3	νd	비고
0		d0 (1면)					광원
1 (스리개)	이때부터 전조	이때부터 전조	L 52489	L 50581	L 50500	58.5	대물 렌즈
2	-2.3873	d2 (2면)					
3	∞	d3 (3면)	L 61950	L 57758	L 57062	30.0	부방 거울
4	∞						

	$\lambda 1=405nm$	$\lambda 2=650nm$	$\lambda 3=780nm$
d0	∞	87.3544	15.2800
d2	0.1030	0.6000	1.2000
d3	0.7030	0.5094	0.3652

제1면

회절 차수· 최적화 파장· 곡률 반경· 렌즈 두께· 비구면 계수· 회절면 계수

h	$0 \leq h \leq 1.35$	$h > 1.35$
$n1/n2/n3$	2/1/1	2/1/1
λB	380nm	405nm
r	1.3710	1.3766
d1	2.2671	2.2634
κ	-5.6443E-01	-5.6812E-01
A4	1.0155E-02	1.6385E-02
A6	6.8473E-03	1.8095E-04
A8	-8.8834E-04	2.7706E-03
A10	1.1420E-03	3.3729E-04
A12	5.5347E-04	-3.4111E-04
A14	-1.0087E-03	8.4105E-05
A16	5.2327E-04	-2.0012E-05
A18	-6.9277E-05	2.2938E-05
A20	-6.3930E-06	-6.0839E-06
b2	-7.6135E-03	-6.6173E-03
b4	1.2749E-03	1.8707E-03
b6	1.6024E-03	-4.2577E-04
b8	-2.8326E-04	1.0086E-03
b10	1.2298E-04	-2.0596E-04

제2면

비구면 계수

κ	-2.4528E+01
A4	4.3024E-02
A6	-7.2838E-03
A8	-6.8737E-03
A10	2.9824E-03
A12	-1.6397E-05
A14	-1.6456E-04
A16	1.9141E-05
A18	
A20	

(제3 실시예)

표3에 렌즈 데이터를 나타낸 제3 실시예는 상술된 실시 형태의 대물 렌즈(OBJ2)로 최적인 복합형 대물 렌즈로, 양쪽의 광학면이 비구면으로 형성된 제1 광학 소자(L1)인 유리 렌즈와, 비구면으로 형성된 광원측의 광학면상에 윤대형의 회절 구조가 형성된 제2 광학 소자(L2)인 플라스틱 렌즈로 구성되어 있다. 본 실시예의 대물 렌즈는 제1 광 디스크(D1), 제2 광 디스크(D2), 제3 광 디스크(D3)에 대한 사양을 각각

$$NA1 = 0.85, \lambda 1 = 405nm, t1 = 0.1mm, m1 = 0$$

$$NA2 = 0.65, \lambda 2 = 655nm, t2 = 0.6mm, m2 = -0.04$$

$$NA3 = 0.50, \lambda 3 = 785nm, t3 = 1.2mm, m3 = -0.14$$

로 상정하고 있다.

NA3내에 대응하는 공통 영역 및 NA3 내지 NA2내에 대응하는 제1 주변 영역 및 NA2 내지 NA1에 대응하는 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조의 최적화 파장 λB 와 최적화 차수 nB 는 각각 $\lambda B = 380nm$, $nB = 2$ 이다.

따라서, 각각의 영역에 형성된 회절 구조에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 405nm의 레이저광에 대한 2차 회절광, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 655nm의 레이저광에 대한 1차 회절광, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 785nm의 레이저광에 대한 1차 회절광이 각각 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

이와 같이 결정된 회절 구조에 $\lambda 1$ 보다 5nm 긴 파장 410nm의 레이저광이 입사되면 도7의 (a)에 도시된 구면수차도(색수차도)에서 알 수 있는 것처럼, 본 실시예의 대물 렌즈의 구면수차는 보정 과잉 방향으로 변화한다. 이에, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 백 포커스가 짧아지는 방향으로 변화하는 듯한 축상 색수차의 파장 의존성을 갖도록 함으로써, $\lambda 1$ 보다 5nm 긴 파장 410nm의 레이저광이 입사되었을 때의 백 포커스의 변화량(ΔCA)과 상기 파장 $\lambda 1$ 보다 5nm 긴 파장 410nm의 레이저광이 입사되었을 때의 NA1에 대응하는 마지널 광선의 변화량(ΔSA)이

$$-1 < \Delta CA / \Delta SA < 0$$

인 관계를 만족시키도록 함에 따라 반도체 레이저(LD1)가 모드 홉을 일으켜도 최량 상점 위치의 변화가 작게 억제된 렌즈가 된다.

아울러, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 회절 구조의 근축 파워(PD)를,

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

를 만족시키도록 설정함으로써, 반도체 레이저(LD2)나 반도체 레이저(LD3)의 모드 홉에 대한 집광 성능의 열화가 지나치게 커지지 않도록 하였다.

또한, 도7의 (b) 및 (c)에 도시된 구면수차도에서 알 수 있는 것처럼, 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 655nm의 레이저광은 제2 광 디스크(D2)의 정보 기록면상에서 플레어 성분이 되고, 제1 주변 영역 및 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 785nm의 레이저광은 제3 광 디스크(D3)의 정보 기록면상에서 플레어 성분이 되므로, NA2 및 NA3에 대한 개구 제한이 자동적으로 수행된다.

[표3]

제3 실시예

파장 $\lambda 1 = 405nm$ 인 경우

초점 거리 $f1 = 2.05mm$, 상측 개구수 $NA1 = 0.85$, 결상배율 $m1 = 0$

파장 $\lambda 2 = 655nm$ 인 경우

초점 거리 $f2 = 2.14\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.65$, 결상배율 $m2 = -0.04$

파장 $\lambda 3 = 785\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f3 = 2.14\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.50$, 결상배율 $m3 = -0.14$

면번호	$r(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$N\lambda 1$	$N\lambda 2$	$N\lambda 3$	νd	비고
0		$d0$ (가변)					평면
1	이래표 참조	이래표 참조	1.52491	1.50873	1.50345	56.5	대칭 렌즈
2	3601075.34	0.1000					
3 (소리)계	1.5401	2.5000	1.71558	1.68366	1.68469	53.2	
4	-9.9895	$d4$ (가변)					
5	∞	$d5$ (가변)	1.61950	1.57721	1.57042	20.0	부방 기판
6	∞						

	$\lambda 1=405\text{nm}$	$\lambda 2=650\text{nm}$	$\lambda 3=780\text{nm}$
$d0$	∞	50.0172	14.9264
$d4$	0.1000	0.6000	1.2000
$d5$	0.5999	0.4641	0.2717

제1면

회절 차수· 최적화 파장· 곡률 반경· 렌즈 두께· 비구면 계수· 회절면 계수

h	$0 \leq h \leq 1.153$	$1.153 < h \leq 1.4$	$h > 1.43$
$n1/n2/n3$	2/1/1	2/1/1	2/1/1
λB	380nm	380nm	380nm
r	10.4668	-11.8021	-20.6595
$d1$	1.0000	1.0000	1.0000
κ	-1.1000E+01	-1.1000E+01	-1.1000E+01
A4	2.8254E-02	1.7590E-02	8.1773E-03
A6	-7.1558E-03	-9.2533E-04	-5.4273E-04
A8	1.2871E+03	1.4113E-03	2.9967E-03
A10	3.5495E-04	-4.8688E-04	-1.5428E-03
A12	-7.3561E-05	2.0450E-05	2.0226E-04
b2	-1.1704E-02	-1.1036E-02	-9.5589E-03
b4	6.5468E-04	-5.6496E-04	8.7375E-04
b6	8.4835E-04	1.0458E-03	-6.0414E-04
b8	-5.6702E-04	-5.9805E-05	1.6233E-04
b10	2.1908E-04	8.6727E-06	4.1737E-06

제2면

비구면 계수

κ	1.0000E+01
A4	1.7777E-02
A6	-5.1797E-03
A8	3.3246E-03
A10	-1.1994E-03
A12	-3.6860E-06
A14	3.0819E-05
A16	
A18	
A20	

제3면

비구면 계수

κ	6.0595E-01
A4	-1.2258E-03
A6	2.2753E-03
A8	1.7452E-03
A10	-1.6775E-03
A12	5.1978E-04
A14	-6.4585E-05
A16	6.1456E-07
A18	
A20	

제4면

비구면 계수

κ	2.0000E+00
A4	6.5322E-02
A6	-7.5864E-02
A8	5.9002E-02
A10	-1.0020E-02
A12	-1.6829E-02
A14	7.5707E-03
A16	
A18	
A20	

(제4 실시예)

표4에 렌즈 데이터를 나타낸 제4 실시예는 상술된 실시 형태의 대물 렌즈(OBJ2)로 최적인 복합형 대물 렌즈로, 양쪽의 광학면이 비구면으로 형성된 제1 광학 소자(L1)인 플라스틱 렌즈와, 비구면으로 양쪽의 광학면에 윤대형의 회절 구조가 형성된 제2 광학 소자(L2)인 플라스틱 렌즈로 구성되어 있다. 본 실시예의 대물 렌즈는 제1 광 디스크(D1), 제2 광 디스크(D2), 제3 광 디스크(D3)에 대한 사양을 각각

$$NA1 = 0.85, \lambda_1 = 405\text{nm}, t1 = 0.1\text{mm}, m1 = 0$$

$$NA2 = 0.65, \lambda_2 = 650\text{nm}, t2 = 0.6\text{mm}, m2 = -0.11$$

$$NA3 = 0.50, \lambda_3 = 780\text{nm}, t3 = 1.2\text{mm}, m3 = -0.20$$

로 상정하고 있다.

NA3내에 대응하는 공통 영역 및 NA3 내지 NA2내에 대응하는 제1 주변 영역에 형성된 회절 구조의 최적화 파장 λ_B 와 최적화 차수 n_B 는 각각 $\lambda_B = 380\text{nm}$, $n_B = 2$ 이며, NA2 내지 NA1내에 대응하는 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조의 최적화 파장 λ_B 와 최적화 차수 n_B 는 각각 $\lambda_B = 405\text{nm}$, $n_B = 3$ 이다.

따라서, 공통 영역 및 제1 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 405nm의 레이저광에 대한 2차 회절광, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 650nm의 레이저광에 대한 1차 회절광, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 780nm

m의 레이저광에 대한 1차 회절광이 각각 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 제2 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 405nm의 레이저광에 대한 3차 회절광, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 650nm의 레이저광에 대한 2차 회절광, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 780nm의 레이저광에 대한 2차 회절광이 각각 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

아울러, 본 실시예의 대물 렌즈는 제2 광 디스크에 기록/재생을 수행할 때의 결상배율 m2, 제3 광 디스크에 기록/재생을 수행할 때의 결상배율 m3에 대한 회절 구조의 근축 파워(PD)를,

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

를 만족시키도록 설정함으로써, 반도체 레이저(LD2)나 반도체 레이저(LD3)의 모드 홉에 대한 집광 성능의 열화가 지나치게 커지지 않도록 하였다.

또한, 도8의 (b) 및 (c)에 도시된 구면수차도에서 알 수 있는 것처럼, 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 655nm의 레이저광은 제2 광 디스크(D2)의 정보 기록면상에서 플레어 성분이 되고, 제1 주변 영역 및 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 780nm의 레이저광은 제3 광 디스크(D3)의 정보 기록면상에서 플레어 성분이 되므로, NA2 및 NA3에 대한 개구 제한이 자동적으로 수행된다.

그런데, 광 픽업 장치에서 대물 렌즈는 트래킹 에러에 의해 반도체 레이저의 발광점에 대하여 0.2mm 정도 편심된다. 이것은 대물 렌즈에 발산 광속을 입사시키는 경우에 발광점이 대물 렌즈에 대하여 0.2mm의 물체고를 갖는 축외물점이 되는 것에 상당한다. 본 실시예의 대물 렌즈의 0.2mm의 물체고에 대한 파면수차는 제2 광 디스크에 대해서 0.025λ 2 rms, 제3 광 디스크에 대해서 0.033λ 3rms로, 대물 렌즈 발산 광속을 입사시켜 사용하는 제2 광 디스크나 제3 광 디스크에 대해서 양호한 트래킹 특성을 얻을 수 있다.

[표4]

제4 실시예

파장 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f1 = 2.20\text{mm}$, 상측 개구수 $NA1 = 0.85$, 결상배율 $m1 = 0$

파장 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f2 = 2.26\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.65$, 결상배율 $m2 = -0.11$

파장 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f3 = 2.27\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.50$, 결상배율 $m3 = -0.20$

면번호	r (mm)	d (mm)	NA1	NA2	NA3	vd	비고
0		40 (가면)					광원
1	이레표 참조	이레표 참조	1.52459	1.50661	1.50500	56.5	대물 렌즈
2	이레표 참조	0.0500					
3 (조리개)	1.5528	2.9500	1.56013	1.54090	1.53734	56.3	
4	-2.1403	64 (가면)					
5	∞	65 (가면)	1.61956	1.57785	1.57088	30.0	주영 시판
6	∞						

	$\lambda 1=405nm$	$\lambda 2=650nm$	$\lambda 3=780nm$
d0	∞	20.8653	11.4565
d4	0.1000	0.6600	1.2000
d5	0.4872	0.4851	0.2979

제1면

회절 차수· 최적화 파장· 곡률 반경· 렌즈 두께· 비구면 계수· 회절면 계수

h	$0 \leq h \leq 1.479$	$h > 1.479$
n1/n2/n3	2/1/1	3/2/2
λB	380nm	405nm
r	-75.9093	-75.9093
d1	2.2671	2.2634
κ	-1.9314E+03	-1.9314E+03
A4	6.7348E-03	6.7348E-03
A6	1.0224E-03	1.0224E-03
A8	3.3638E-06	3.3638E-06
A10	-1.8208E-04	-1.8208E-04
A12	-1.5907E-06	-1.5907E-06
A14	-3.4313E-07	-3.4313E-07
b2	-4.9508E-03	-3.5176E-03
b4	-2.1580E-03	-1.5333E-03
b6	6.4135E-04	4.5569E-04
b8	3.7355E-05	2.6541E-05
b10	-3.0158E-05	-2.1428E-05

제2면

회절 차수· 최적화 파장· 곡률 반경· 렌즈 두께· 비구면 계수· 회절면 계수

h	$0 \leq h \leq 1.483$	$h > 1.483$
n1/n2/n3	2/1/1	3/2/2
λB	380nm	405nm
r	-29.0672	-29.0672
d1	2.2671	2.2634
κ	-1.3788E+03	-1.3788E+03
A4	1.0726E-02	1.0726E-02
A6	1.8748E-04	1.8748E-04
A8	-4.0758E-04	-4.9758E-04
A10	-2.1960E-05	-2.1960E-05
A12	-1.0692E-05	-1.0692E-05
A14	6.4879E-06	5.4879E-06
b2	-4.6811E-04	-3.3261E-04
b4	7.6852E-00	5.4806E-06
b6	2.6310E-04	1.8094E-04
b8	-8.4343E-05	-5.9924E-05
b10	-9.9442E-06	-7.0656E-06

제3면

비구면 계수

κ	-7.1373E-01
A4	9.2690E-03
A6	9.7887E-04
A8	-1.1891E-03
A10	7.7352E-04
A12	-1.6114E-04
A14	-4.7416E-05
A16	1.6334E-05
A18	2.7589E-06
A20	1.1391E-05

제4면

비구면 계수

K	-1.0211E+01
A4	9.3235E-02
A6	-7.9444E-02
A8	1.9703E-02
A10	1.1923E-03
A12	-9.1615E-04
A14	-1.7067E-06
A16	
A18	
A20	

(제4 실시예)

표4'에 렌즈 데이터를 나타낸 제4' 실시예는 상술한 실시 형태에 있어서의 대물 렌즈 OBJ(2)로서 적합한 복합형 대물 렌즈이고, 양 쪽 광학면이 비구면이 된 제1 광학 소자(L1)로서의 플라스틱 렌즈와, 비구면이 된 광원측의 광학면 상에 링형의 회절 구조가 형성된 제2 광학 소자(L2)로서의 플라스틱 렌즈로 구성되어 있다. 본 실시예의 대물 렌즈에서는 제1 광디스크(D1), 제2 광디스크(D2), 제3 광디스크(D3)에 대한 사양을 각각

$$NA1 = 0.87, \lambda 1 = 408 \text{ nm}, t1 = 0.1 \text{ mm}, m1 = 0$$

$$NA2 = 0.67, \lambda 2 = 658 \text{ nm}, t2 = 0.6 \text{ mm}, m2 = -0.12$$

$$NA3 = 0.51, \lambda 3 = 785 \text{ nm}, t3 = 1.2 \text{ mm}, m3 = -0.20$$

으로 상정하고 있다.

NA3 내에 대응하는 공통 영역 및 NA3 내지 NA2 내에 대응하는 제1 주변 영역에 형성된 회절 구조의 최적화 파장(λB)과 최적화 차수(nB)는 각각 $\lambda B = 408 \text{ nm}$, $nB = 8$ 이고, NA2 내지 NA1 내에 대응하는 제2 주변 영역에 형성된 회절 구조의 최적화 파장(λB)과 최적화 차수(nB)는 각각 $\lambda B = 408 \text{ nm}$, $nB = 6$ 이다.

따라서, 공통 영역 및 제1 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 408 nm의 레이저광에 대해 8차 회절광, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 658 nm의 레이저광에 대해 5차 회절광, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 785 nm의 레이저광에 대해 4차 회절광이 각각 최대 회절광량을 갖도록 발생하고, 제2 주변 영역에서는 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 408 nm의 레이저광에 대해 6차 회절광, 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 658 nm의 레이저광에 대해 4차 회절광, 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 785 nm의 레이저광에 대해 3차 회절광이 각각 최대의 회절광량을 갖도록 발생한다.

또한, 도8a의 (b) 및 (c)에 도시한 구면 수차도로부터 알 수 있듯이, 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD2)로부터 사출된 658 nm의 레이저광은 제2 광디스크(LD2)의 정보 기록면 상에서 플레어 성분이 되고, 제1 주변 영역 및 제2 주변 영역을 통과하는 반도체 레이저(LD3)로부터 사출된 788 nm의 레이저광은 제3 광디스크(LD3)의 정보 기록면 상에서 플레어 성분이 되므로, NA2 및 NA3에 대한 개구 제한이 자동적으로 행해진다.

[표4']

제4 실시예

파장 $\lambda 1 = 408\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f1 = 2.20\text{mm}$, 상측 개구수 $NA1 = 0.87$, 결상배율 $m1 = 0$

파장 $\lambda 2 = 658\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f2 = 2.26\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.67$, 결상배율 $m2 = -0.12$

파장 $\lambda 3 = 785\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f3 = 2.27\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.51$, 결상배율 $m3 = -0.20$

면번호	r (mm)	d (mm)	NA1	NA2	NA3	M#	비고
0		d0 (21mm)					
1	0	1.8500	1.89424	1.50643	1.50497	58.8	첫면
2	0	0.0500					
3 (C=1.46)	1.4984	2.7000	1.55985	1.54062	1.53724	58.3	대면 렌즈
4	-2.2841	d4 (21mm)					
5	00	d5 (71mm)	1.61830	1.57701	1.57042	33.0	두면 거울
6	00						

p

λ (nm)	n	k	n	k
408	1.4612	0.0000	1.4612	0.0000
658	1.4612	0.0000	1.4612	0.0000
785	1.4612	0.0000	1.4612	0.0000

제1면

회절 차수· 최적화 파장· 곡률 반경· 렌즈 두께· 비구면 계수· 회절면 계수

h	$0 \leq h \leq 1.19$	$1.19 < h \leq 1.54$	$1.54 < h$
$n_1/n_2/m_3$	8/5/4	8/5/4	8/4/3
λ (nm)	408nm	408nm	408nm
r	28.4884	27.3901	26.2080
K	7.8485E+01	-6.5535E+02	-4.4129E+02
A4	4.2859E-03	1.3519E-02	6.7017E-03
A6	1.2630E-02	-2.9527E-03	2.1701E-04
A8	-1.4130E-02	-1.4078E-03	-3.9874E-04
A10	3.7955E-03	4.5355E-04	-2.8647E-05
A12	1.8148E-04	2.8425E-05	-3.6452E-06
A14	0.0000E+00	0.0000E+00	-4.0715E-05
bz	-2.3287E-03	-2.1102E-03	-2.3177E-03
b4	6.7507E-04	5.8426E-04	-1.5959E-04
b6	4.7375E-04	-1.3167E-04	1.0469E-04
b8	-8.6694E-04	-1.4033E-04	8.2120E-06
b10	2.8692E-04	5.3553E-05	-1.3041E-05

제2면

곡률 반경· 비구면 계수

h	$0 \leq h \leq 1.54$	$1.54 < h$
r	65.9724	543.7815
K	1.0000E+01	1.0000E+01
A4	3.1093E-02	8.9754E-03
A6	-1.3025E-03	-8.1022E-04
A8	1.2188E-03	-6.8268E-04
A10	-5.8067E-04	7.9748E-05
A12	5.7139E-05	-4.7903E-06
A14	0.0000E+00	0.0000E+00

제3면

비구면 계수

K	-6.4822E-01
A4	2.0489E-02
A6	-7.1252E-03
A8	2.6231E-03
A10	4.9955E-04
A12	-3.8169E-04
A14	9.5612E-05
A16	-1.1952E-05
A18	1.8416E-06
A20	2.1712E-07

제4면

비구면 계수

K	-4.9132E+01
A4	2.7394E-02
A6	5.9012E-02
A8	-3.0228E-02
A10	-6.0674E-03
A12	4.8884E-05
A14	2.7895E-03
A16	0.0000E+00
A18	0.0000E+00
A20	0.0000E+00

(제5 실시예)

본 실시예는 기록 밀도가 다른 3종류의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생이 가능한 플라스틱계 대물 렌즈이다. 본 실시예의 대물 렌즈 특성을 얻기 위하여, 제1 광 디스크(청자색 반도체 레이저를 사용하는 차세대 고밀도 DVD)용 제1 광원의 파장 $\lambda 1$ 를 405nm, 제2 광 디스크(DVD)용 제2 광원의 파장을 $\lambda 2$ 를 650nm, 제3 광 디스크(CD)용 제3 광원의 파장 $\lambda 3$ 를 780nm으로 하였으며, 제1 광 디스크의 투명 기판 두께 $t1$ 은 0.1mm, 제2 광 디스크의 투명 기판 두께 $t2$ 는 0.6mm, 제3 광 디스크의 투명 기판 두께 $t3$ 는 1.2mm로 하였다. 또한, 제1 내지 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1, NA2, NA3을 각각 0.85, 0.65, 0.50을 상정하였다.

도9 내지 도11에 본 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$, $\lambda 2 = 650\text{nm}$, $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도12에 본 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도13에 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도를 도시하였다. 아울러, 도14에 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 과 NA2 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 의 광속을 입사시킨 경우의 구면수차도를 도시하였다.

본 실시예의 대물 렌즈에서는 광속 입사면상에 형성된 회절 구조(도시 않됨)의 작용에 의해 3종류의 광 디스크의 투명 기판 두께의 차이에 의해 발생하는 구면수차를 각각의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수내에서 양호하게 보정하고 있다. 또한, 본 실시예의 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수내에서의 구면수차는,

$\lambda 1 = 405\text{nm}$, NA1 0.85, $t1 = 0.1\text{mm}$ 일 때, 0.008λ 1rms

$\lambda 2 = 650\text{nm}$, NA2 0.65, $t2 = 0.6\text{mm}$ 일 때, 0.003λ 2rms

$\lambda 3 = 780\text{nm}$, $\text{NA}3\ 0.50$, $t3 = 1.2\text{mm}$ 일 때, $0.005\lambda\ 3\text{rms}$

이다.

또한, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 $\text{NA}2\ 0.65$ 보다 외측을 통과하는 파장 650nm 의 광속을 제2 광 디스크의 정보 기록 면상에 집광되지 않도록 플레어로 하고, 아울러 $\text{NA}3\ 0.50$ 보다 외측을 통과하는 광속을 제3 광 디스크의 정보 기록 면상에 집광되지 않도록 플레어로 함에 따라 스폿이 필요 이상으로 조여지는 일이 없으며, 제2 및 제3 광 디스크의 디스크 스큐에 대한 충분한 마진을 확보할 수 있고, 아울러 자동적으로 각각의 광 디스크에 대응하여 자동적으로 개구가 제한되므로 용도, 개구제한/절환수단을 설치할 필요가 없어 광 픽업의 구조를 간단하게 할 수 있다.

또한, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 고밀도인 차세대 제1 광 디스크로서 투명 기판 두께 $t1$ 를 0.1mm , 광원의 파장을 405nm , 상측 개구수를 0.85 로 가정하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

또한, 제2 광 디스크(DVD)에 대한 상측 개구수를 0.65 , 제3 광 디스크(CD)에 대한 상측 개구수를 0.50 으로 하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

표5에 본 실시예의 대물 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내었다.

[표5]

제5 실시예

파장 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f1 = 2.35\text{mm}$, 상측 개구수 $\text{NA}1 = 0.85$, 결상배율 $m1 = 0$, 회절 차수 $n1 = 2$

파장 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f2 = 2.44\text{mm}$, 상측 개구수 $\text{NA}2 = 0.60$, 결상배율 $m2 = -0.10$, 회절 차수 $n2 = 1$

파장 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f3 = 2.43\text{mm}$, 상측 개구수 $\text{NA}3 = 0.45$, 결상배율 $m3 = -0.17$, 회절 차수 $n3 = 1$

면번호	$r(\text{mm})$	$f(\text{mm})$	$\text{NA}1$	$\text{NA}2$	$\text{NA}3$	ν_d	비고
0		$d0(\text{가변})$					광원
1	1.561	2.754	1.52491	1.50690	1.50555	55.5	대물 렌즈
2	-2.755						
3	∞	$d3(\text{가변})$	1.61950	1.57758	1.57062	30.0	투명 기판
4	∞						

	$\lambda 1=405\text{nm}$	$\lambda 2=650\text{nm}$	$\lambda 3=780\text{nm}$
$d0$	∞	2.754	18.188
$d2$	0.100	0.600	1.200
$d3$	0.771	0.780	0.559

비구면 계수

	제1면	제2면
R	-4.7792E-01	-3.0528E+01
R4	-1.6095E-01	5.4297E-02
R5	3.8346E-04	-5.7944E-03
R6	2.5905E-04	-2.8838E-03
R10	8.0200E-36	4.1823E-04
R12	-4.6137E-05	-2.6037E-05
R14	9.1827E-06	4.7586E-05
R16	-1.2894E-07	-9.4730E-06

회절면 계수

	제1면
b2	-5.0000E-03
b4	-8.3304E-04
b6	4.0431E-04
b8	-3.9808E-05
b10	-1.3503E-05

본 실시예의 대물 렌즈는 광속 입사면(표5의 제1면)의 비구면상에 표6에 도시된 것처럼 윤대형의 회절 구조가 형성되어 있다. 표6에서 "시점(始點) 높이"는 그 윤대의 시점의 광축으로부터의 거리, "중점 높이"는 그 윤대의 중점의 광축으로부터의 거리를 나타내고, 유효 지름내에서의 윤대수는 83개이다.

[표6]

윤대 번호	시점 높이(mm)	중점 높이(mm)	윤대 번호	시점 높이(mm)	중점 높이(mm)
1	0.000	0.274	41	1.823	1.840
2	0.274	0.385	42	1.840	1.855
3	0.385	0.470	43	1.855	1.870
4	0.470	0.540	44	1.870	1.884
5	0.540	0.602	45	1.884	1.898
6	0.602	0.657	46	1.898	1.912
7	0.657	0.707	47	1.912	1.925
8	0.707	0.754	48	1.925	1.937
9	0.754	0.797	49	1.937	1.949
10	0.797	0.838	50	1.949	1.961
11	0.838	0.878	51	1.961	1.972
12	0.878	0.915	52	1.972	1.983
13	0.915	0.951	53	1.983	1.993
14	0.951	0.986	54	1.993	2.001
15	0.986	1.019	55	1.803	1.813
16	1.019	1.051	56	1.813	1.822
17	1.051	1.083	57	1.822	1.832
18	1.083	1.113	58	1.832	1.840
19	1.113	1.143	59	1.840	1.849
20	1.143	1.172	60	1.849	1.857
21	1.172	1.200	61	1.857	1.866
22	1.200	1.228	62	1.866	1.873
23	1.228	1.255	63	1.873	1.881
24	1.255	1.282	64	1.881	1.889
25	1.282	1.308	65	1.889	1.898
26	1.308	1.333	66	1.898	1.907
27	1.333	1.359	67	1.907	1.916
28	1.359	1.382	68	1.916	1.923
29	1.382	1.405	69	1.923	1.929
30	1.405	1.428	70	1.929	1.936
31	1.428	1.451	71	1.936	1.942
32	1.451	1.472	72	1.942	1.948
33	1.472	1.493	73	1.948	1.954
34	1.493	1.514	74	1.954	1.959
35	1.514	1.534	75	1.959	1.965
36	1.534	1.553	76	1.965	1.970
37	1.553	1.571	77	1.970	1.978
38	1.571	1.589	78	1.978	1.981
39	1.589	1.607	79	1.981	1.988
40	1.607	1.623	80	1.988	1.991
			81	1.991	1.995
			82	1.995	2.001
			83	1.999	2.001

표6의 회절 윤대 구조는 파장(λ) 380nm, 회절 차수 2에서 회절 효율이 논리적으로 100%가 되도록 최적화되어 있다. 이 회절 구조에 제1 광 디스크(고밀도 DVD)의 사용 파장인 파장 405nm의 광이 입사되면 2차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 제2 광 디스크(DVD)의 사용 파장인 파장 650nm의 광이 입사되거나 제3 광 디스크(CD)의 사용 파장인 파장 780nm의 광이 입사되면 1차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

파장 380nm, 회절 차수 2에서 회절 구조를 최적화함으로써,

고밀도 DVD(파장 405nm):95.1%

DVD(파장 650nm):90.9%

CD(파장 780nm):99.8%

로, 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서의 회절 효율을 얻을 수 있다.

(제6 실시예)

본 실시예는 기록 밀도가 다른 3종류의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생이 가능한 유리제 대물 렌즈이다. 본 실시예의 대물 렌즈 특성을 얻기 위하여, 제1 광 디스크(청자색 반도체 레이저를 사용하는 차세대 고밀도 DVD)용 제1 광원의 파장 λ 1를 405nm, 제2 광 디스크(DVD)용 제2 광원의 파장 λ 2를 650nm, 제3 광 디스크(CD)용 제3 광원의 파장 λ 3을 780nm으로 하였으며, 제1 광 디스크의 투명 기판 두께 t_1 은 0.1mm, 제2 광 디스크의 투명 기판 두께 t_2 는 0.6mm, 제3 광 디스크의 투명 기판 두께 t_3 는 1.2mm로 하였다. 또한, 제1 내지 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1, NA2, NA3을 각각 0.85, 0.65, 0.50을 상정하였다.

도15 내지 도17에 본 실시예의 대물 렌즈의 λ 1 = 405nm, λ 2 = 650nm, λ 3 = 780nm에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도18에 본 실시예의 대물 렌즈의 λ 1 = 405nm에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도19에 λ 1 = 405nm과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 λ 2 = 650nm의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도를 도시하였다. 아울러, 도20에 λ 1 = 405nm과 NA2 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 λ 3 = 780nm의 광속을 입사시킨 경우의 구면수차도를 도시하였다.

본 실시예의 대물 렌즈에서는 광속 입사면상에 형성된 회절 구조(도시 않됨)의 작용에 의해 3종류의 광 디스크의 투명 기판 두께의 차이에 의해 발생하는 구면수차를 각각의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수내에서 양호하게 보정하고 있다. 또한, 본 실시예의 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수내에서의 구면수차는,

λ 1 = 405nm, NA1 0.85, t_1 = 0.1mm일 때, 0.008λ 1rms

λ 2 = 650nm, NA2 0.65, t_2 = 0.6mm일 때, 0.005λ 2rms

λ 3 = 780nm, NA3 0.50, t_3 = 1.2mm일 때, 0.005λ 3rms

이다.

또한, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 NA2 0.65보다 외측을 통과하는 파장 650nm의 광속을 제2 광 디스크의 정보 기록 면상에 집광되지 않도록 플레어로 하고, 아울러 NA3 0.50보다 외측을 통과하는 광속을 제3 광 디스크의 정보 기록 면상에 집광되지 않도록 플레어로 함에 따라 스폿이 필요 이상으로 조여지는 일이 없으며, 제2 및 제3 광 디스크의 디스

크 스큐에 대한 충분한 마진을 확보할 수 있고, 아울러 자동적으로 각각의 광 디스크에 대응하여 자동적으로 개구가 제한되므로 용도, 개구제한/절환수단을 설치할 필요가 없어 광 픽업의 구조를 간단하게 할 수 있다.

또한, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 고밀도인 차세대 제1 광 디스크로서 투명 기판 두께 t_1 를 0.1mm, 광원의 파장을 405nm, 상측 개구수를 0.85로 가정하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

또한, 제2 광 디스크(DVD)에 대한 상측 개구수를 0.65, 제3 광 디스크(CD)에 대한 상측 개구수를 0.50으로 하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

표7에 본 실시예의 대물 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내었다.

[표7]

제6 실시예

파장 $\lambda_1 = 405\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_1 = 2.35\text{mm}$, 상측 개구수 $NA_1 = 0.85$, 결상배율 $m_1 = 0$, 회절 차수 $n_1 = 6$

파장 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_2 = 2.43\text{mm}$, 상측 개구수 $NA_2 = 0.65$, 결상배율 $m_2 = -0.07$, 회절 차수 $n_2 = 4$

파장 $\lambda_3 = 780\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_3 = 2.47\text{mm}$, 상측 개구수 $NA_3 = 0.50$, 결상배율 $m_3 = -0.12$, 회절 차수 $n_3 = 3$

구면번호	$r(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	NA_1	NA_2	NA_3	v_d	비고
1	1.818	20 (가면)	1.79804	1.73812	1.73326	48.3	대물 렌즈
2	-2386.846	2 (가면)					
3	∞	24 (가면)	1.81949	1.87758	1.87652	32.0	부대 기판
4	∞						

	$\lambda_1=405\text{nm}$	$\lambda_2=650\text{nm}$	$\lambda_3=780\text{nm}$
g0	∞	37.344	32.651
g1	0.100	0.800	1.200
g3	0.878	0.781	0.559

비구면 계수

	$\kappa(V)$	$\kappa(Z)$
κ	-6.4710E-01	0.0020E+00
NA_1	0.2429E-02	1.7215E-01
NA_2	-4.2424E-02	-1.4887E-02
NA_3	1.9819E-03	-4.8124E-03
NA_4	-2.1417E-04	0.4193E-03
NA_5	-7.2317E-03	-1.8182E-03
NA_6	4.1890E-05	1.7803E-04
NA_7	-8.7523E-03	

회절면 계수

	제1면
b3	-2.0000E-03
b4	3.2212E-04
b5	-4.6724E-04
b6	1.5716E-04
b10	-1.8822E-05

본 실시예의 대물 렌즈는 광속 입사면(표7의 제1면)의 비구면상에 표8에 도시된 것처럼 윤대형의 회절 구조가 형성되어 있다. 표8에서 "시점(始點) 높이"는 그 윤대의 시점의 광축으로부터의 거리, "종점 높이"는 그 윤대의 종점의 광축으로부터의 거리를 나타내고, 유효 지름 내에서의 윤대수는 30개이다.

[표8]

윤대 번호	시점 높이 (mm)	종점 높이 (mm)
1	0.000	0.461
2	0.461	0.855
3	0.855	0.800
4	0.800	0.918
5	0.918	1.016
6	1.016	1.102
7	1.102	1.178
8	1.178	1.246
9	1.246	1.309
10	1.309	1.367
11	1.367	1.421
12	1.421	1.472
13	1.472	1.520
14	1.520	1.565
15	1.565	1.608
16	1.608	1.649
17	1.649	1.687
18	1.687	1.724
19	1.724	1.758
20	1.758	1.790
21	1.790	1.819
22	1.819	1.847
23	1.847	1.873
24	1.873	1.897
25	1.897	1.920
26	1.920	1.941
27	1.941	1.961
28	1.961	1.979
29	1.979	1.996
30	1.996	2.012

표8의 회절 윤대 구조는 파장(λ B) 415nm, 회절 차수 6에서 회절 효율이 논리적으로 100%가 되도록 최적화되어 있다. 이 회절 구조에 제1 광 디스크(고밀도 DVD)의 사용 파장인 파장 405nm의 광이 입사되면 6차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 제2 광 디스크(DVD)의 사용 파장인 파장 650nm의 광이 입사되면 4차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 제3 광 디스크(CD)의 사용 파장인 파장 780nm의 광이 입사되면 3차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

파장 415nm, 회절 차수 6에서 회절 구조를 최적화함으로써,

고밀도 DVD(파장 405nm):93.0%

DVD(파장 650nm):90.9%

CD(파장 780nm):88.4%

로, 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서의 회절 효율을 얻을 수 있다.

(제7 실시예)

본 실시예는 기록 밀도가 다른 3종류의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생이 가능한 대물 렌즈이다. 본 실시예의 대물 렌즈 특성을 얻기 위하여, 제1 광 디스크(청자색 반도체 레이저를 사용하는 차세대 고밀도 DVD)용 제1 광원의 파장 $\lambda 1$ 을 405nm, 제2 광 디스크(DVD)용 제2 광원의 파장 $\lambda 2$ 를 650nm, 제3 광 디스크(CD)용 제3 광원의 파장 $\lambda 3$ 을 780nm으로 하였으며, 제1 광 디스크의 투명 기판 두께 $t1$ 은 0.1mm, 제2 광 디스크의 투명 기판 두께 $t2$ 는 0.6mm, 제3 광 디스크의 투명 기판 두께 $t3$ 는 1.2mm로 하였다. 또한, 제1 내지 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1, NA2, NA3을 각각 0.85, 0.65, 0.50을 상정하였다.

도21 내지 도23에 본 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$, $\lambda 2 = 650\text{nm}$, $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도24에 본 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도25에 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도를 도시하였다. 아울러, 도26에 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 과 NA2 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 의 광속을 입사시킨 경우의 구면수차도를 도시하였다.

본 실시예의 대물 렌즈는 플라스틱제 비구면 렌즈와 이 비구면 렌즈의 광속 입사면측에 배치되는 기판 두께 차이 보정 수단인 플라스틱제 회절 광학 소자로 구성된 복합형 대물 렌즈로, 회절 광학 소자의 비구면 렌즈측의 광학면상에 형성된 회절 구조(도시 않됨)의 작용에 의해 3종류의 광 디스크의 투명 기판 두께의 차이에 의해 발생하는 구면수차를 각각의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수내에서 양호하게 보정하고 있다. 또한, 본 실시예의 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수내에서의 구면수차는,

$\lambda 1 = 405\text{nm}$, NA1 0.85, $t1 = 0.1\text{mm}$ 일 때, 0.004λ 1rms

$\lambda 2 = 650\text{nm}$, NA2 0.60, $t2 = 0.6\text{mm}$ 일 때, 0.001λ 2rms

$\lambda 3 = 780\text{nm}$, NA3 0.50, $t3 = 1.2\text{mm}$ 일 때, 0.002λ 3rms

이다.

또한, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 NA2 0.65보다 외측을 통과하는 파장 650nm의 광속을 제2 광 디스크의 정보 기록 면상에 집광되지 않도록 플레어로 하고, 아울러 NA3 0.50보다 외측을 통과하는 광속을 제3 광 디스크의 정보 기록 면상에 집광되지 않도록 플레어로 함에 따라 스폿이 필요 이상으로 조여지는 일이 없으며, 제2 및 제3 광 디스크의 디스크 스커에 대한 충분한 마진을 확보할 수 있고, 아울러 자동적으로 각각의 광 디스크에 대응하여 자동적으로 개구가 제한되므로 별도로 개구제한/절환수단을 설치할 필요가 없어 광 픽업의 구조를 간단하게 할 수 있다.

또한, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 고밀도인 차세대 제1 광 디스크로서 투명 기판 두께 $t1$ 를 0.1mm, 광원의 파장을 405nm, 상측 개구수를 0.85로 가정하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

또한, 제2 광 디스크(DVD)에 대한 상측 개구수를 0.65, 제3 광 디스크(CD)에 대한 상측 개구수를 0.50으로 하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

표9에 본 실시예의 대물 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내었다.

[표9]

제7 실시예

파장 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f1 = 2.65\text{mm}$, 상측 개구수 $NA1 = 0.85$, 결상배율 $m1 = 0$, 회절 차수 $n1 = 2$

파장 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f2 = 2.754\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.60$, 결상배율 $m2 = -0.07$, 회절 차수 $n2 = 1$

파장 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f3 = 2.74\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.50$, 결상배율 $m3 = -0.12$, 회절 차수 $n3 = 1$

면번호	r(mm)	d(mm)	NA1	NA2	NA3	Yd	비고
0		$d0(\text{가변})$					광학
1	-19.912	1.000	1.52491	1.50590	1.50355	58.5	
2	∞	0.100					
3	1.598	3.100	1.52491	1.50890	1.50355	58.5	대물 렌즈
4	-4.098	$d4(\text{가변})$					
5	∞	$d5(\text{가변})$	1.61850	1.57758	1.57082	39.0	무명 기판

	$\lambda 1=405\text{nm}$	$\lambda 2=650\text{nm}$	$\lambda 3=780\text{nm}$
$d0$	∞	40.319	21.814
$d2$	0.100	0.600	1.190
$d3$	0.930	0.807	0.948

비구면 계수

	제1면	제2면	제3면
K	0	-8.3447E-01	-8.1010E-01
A4	5.34E-03	-2.8444E-03	4.8892E-02
A6	-8.18E-04	1.7131E-03	-2.4377E-02
A8		-4.7417E-03	2.924E-03
A10		2.1808E-05	-1.4570E-03
A12		1.4276E-07	1.2211E-04
A14		8.8395E-07	-7.8711E-07

회절면 계수

	제1면
b1	-4.1000E-01
b4	-7.4571E-04
b6	2.1879E-04
b8	-5.2387E-05
b10	3.2162E-06

본 실시예의 대물 렌즈는 회절 광학 소자의 광 디스크측 면(표9의 제2면)의 평면상에 표10에 도시된 것처럼 윤대형의 회절 구조가 형성되어 있다. 표10에서 "시점(始點) 높이"는 그 윤대의 시점의 광축으로부터의 거리, "종점 높이"는 그 윤대의 종점의 광축으로부터의 거리를 나타내고, 유효 지름내에서의 윤대수는 130개이다.

[표10]

윤대 번호	시점 높이(mm)	종점 높이(mm)	윤대 번호	시점 높이(mm)	종점 높이(mm)	윤대 번호	시점 높이(mm)	종점 높이(mm)
1	0.000	0.248	48	1.538	1.553	91	2.029	2.047
2	0.248	0.331	47	1.533	1.568	92	2.047	2.059
3	0.331	0.428	46	1.568	1.582	93	2.053	2.083
4	0.428	0.483	45	1.582	1.598	94	2.063	2.071
5	0.483	0.550	44	1.598	1.610	95	2.071	2.078
6	0.550	0.600	43	1.610	1.624	96	2.079	2.087
7	0.600	0.647	42	1.624	1.638	97	2.087	2.093
8	0.647	0.689	41	1.638	1.651	98	2.095	2.102
9	0.689	0.729	40	1.651	1.664	99	2.102	2.110
10	0.729	0.767	39	1.664	1.677	100	2.110	2.117
11	0.767	0.800	38	1.677	1.690	101	2.117	2.125
12	0.800	0.838	37	1.690	1.703	102	2.125	2.132
13	0.838	0.869	36	1.703	1.715	103	2.132	2.139
14	0.869	0.900	35	1.715	1.728	104	2.139	2.146
15	0.900	0.928	34	1.728	1.740	105	2.146	2.154
16	0.928	0.958	33	1.740	1.752	106	2.154	2.161
17	0.958	0.988	32	1.752	1.765	107	2.161	2.168
18	0.988	1.012	31	1.765	1.778	108	2.168	2.175
19	1.012	1.038	30	1.778	1.791	109	2.175	2.181
20	1.038	1.063	29	1.791	1.804	110	2.181	2.188
21	1.063	1.088	28	1.804	1.817	111	2.188	2.195
22	1.088	1.111	27	1.817	1.830	112	2.195	2.202
23	1.111	1.135	26	1.830	1.843	113	2.202	2.208
24	1.135	1.157	25	1.843	1.856	114	2.208	2.215
25	1.157	1.178	24	1.856	1.869	115	2.215	2.221
26	1.178	1.201	23	1.869	1.882	116	2.221	2.228
27	1.201	1.222	22	1.882	1.895	117	2.228	2.234
28	1.222	1.242	21	1.895	1.908	118	2.234	2.241
29	1.242	1.262	20	1.908	1.921	119	2.241	2.247
30	1.262	1.282	19	1.921	1.934	120	2.247	2.253
31	1.282	1.301	18	1.934	1.947	121	2.253	2.259
32	1.301	1.320	17	1.947	1.960	122	2.259	2.266
33	1.320	1.339	16	1.960	1.973	123	2.266	2.272
34	1.339	1.357	15	1.973	1.986	124	2.272	2.278
35	1.357	1.375	14	1.986	1.999	125	2.278	2.284
36	1.375	1.393	13	1.999	2.012	126	2.284	2.290
37	1.393	1.410	12	2.012	2.025	127	2.290	2.296
38	1.410	1.427	11	2.025	2.038	128	2.296	2.301
39	1.427	1.444	10	2.038	2.051	129	2.301	2.307
40	1.444	1.460	9	2.051	2.064	130	2.307	2.313
41	1.460	1.478						
42	1.478	1.492						
43	1.492	1.508						
44	1.508	1.523						
45	1.523	1.538						

표10의 회절 윤대 구조는 파장(λ B) 375nm, 회절 차수 2에서 회절 효율이 논리적으로 100%가 되도록 최적화되어 있다. 이 회절 구조에 제1 광 디스크(고밀도 DVD)의 사용 파장인 파장 405nm의 광이 입사되면 2차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 제2 광 디스크(DVD)의 사용 파장인 파장 650nm의 광이 입사되거나 제3 광 디스크(CD)의 사용 파장인 파장 780nm의 광이 입사되면 1차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

파장 375nm, 회절 차수 2에서 회절 구조를 최적화함으로써,

고밀도 DVD(파장 405nm):93.0%

DVD(파장 650nm):92.5%

CD(파장 780nm):99.5%

로, 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서의 회절 효율을 얻을 수 있다.

또한, 회절 구조를 형성하는 광학면이 평면이므로, 본 실시예의 대물 렌즈의 회절 광학 소자의 회절 구조는 전자 빔 묘화법을 통해 작업이 가능하여 이웃하는 윤대 간격의 최소치가 6미크론처럼 작은 회절 구조이어도 고정밀도로 제작할

수 있으며, 회절 구조의 형상 오차에 따른 회절 효율의 저하가 작은 회절 광학 소자를 실현할 수 있다. 전자 빔 묘화법을 통한 미세한 회절 구조의 제작법에 관해서는 "OPTICS DESIGN 광 설계 연구 그룹 기관지 No.20 2000. 2. 25 p 26 - p31" 에 기재되어 있다.

(제8 실시예)

본 실시예는 기록 밀도가 다른 3종류의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생이 가능한 대물 렌즈이다. 본 실시예의 대물 렌즈 특성을 얻기 위하여, 제1 광 디스크(청자색 반도체 레이저를 사용하는 차세대 고밀도 DVD)용 제1 광원의 파장 $\lambda 1$ 를 405nm, 제2 광 디스크(DVD)용 제2 광원의 파장을 $\lambda 2$ 를 655nm, 제3 광 디스크(CD)용 제3 광원의 파장 $\lambda 3$ 을 785nm로 하였으며, 제1 광 디스크의 투명 기판 두께 $t1$ 은 0.1mm, 제2 광 디스크의 투명 기판 두께 $t2$ 는 0.6mm, 제3 광 디스크의 투명 기판 두께 $t3$ 는 1.2mm로 하였다. 또한, 제1 내지 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1, NA2, NA3을 각각 0.85, 0.60, 0.45를 상정하였다.

도27 내지 도29에 본 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$, $\lambda 2 = 655\text{nm}$, $\lambda 3 = 785\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도30에 본 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도31에 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름의 $\lambda 2 = 655\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도를 도시하였다. 아울러, 도32에 $\lambda 3 = 785\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.45까지의 구면수차도를 도시하였다.

본 실시예의 대물 렌즈에서는 광속 입사면상에 형성된 회절 구조(도시 않됨)의 작용에 의해 제1 광 디스크와 제2 광 디스크의 투명 기판 두께의 차이에 의해 발생하는 구면수차를 제1 광 디스크와 제2 광 디스크의 각각의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수 내에서 양호하게 보정하고 있다. 또한, 제3 광 디스크에 대해서는 발산광인 파장 $\lambda 3$ 의 광속을 대물 렌즈에 입사시켜 제1 내지 제3 광 디스크의 투명판 두께의 차이에 의해 발생하는 구면수차를 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수 내에서 양호하게 보정하고 있다. 또한, 본 실시예의 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수내에서의 파면수차는,

$\lambda 1 = 405\text{nm}$, NA1 0.85, $t1 = 0.1\text{mm}$ 일 때, 0.004λ 1rms

$\lambda 2 = 655\text{nm}$, NA2 0.60, $t2 = 0.6\text{mm}$ 일 때, 0.007λ 2rms

$\lambda 3 = 785\text{nm}$, NA3 0.45, $t3 = 1.2\text{mm}$ 일 때, 0.005λ 3rms

이다.

또한, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 NA2 0.60보다 외측을 통과하는 파장 655nm의 광속을 제2 광 디스크의 정보 기록 면상에 집광되지 않도록 플레어로 하므로, 스폿이 필요 이상으로 조여지는 일이 없으며, 제2 광 디스크의 디스크 스쿠에 대한 충분한 마진을 확보할 수 있고, 아울러 자동적으로 제2 광 디스크에 대응하여 자동적으로 개구가 제한되므로 별도로 개구제한/절환수단을 설치할 필요가 없어 광 픽업의 구조를 간단하게 할 수 있다.

그리고, 대물 렌즈의 광학면상에는 제3 광 디스크에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 때에 필요한 개구제한/절환수단인 파장 선택성이 있는 필터가 형성되어 있다. 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 경우에는 필요 개구수 이상의 광속을 파장 선택성이 있는 윤대 필터를 통해 차단한다. 따라서, 제3 광 디스크의 정보 기록면상에서 소망의

스폿 지름을 얻을 수 있다. 파장 선택성이 있는 윤대 필터로는 도50에 도시된 대물 렌즈에 반사율이 도33에 도시된 것과 같은 파장 의존성을 갖는 필터를 대물 렌즈의 광학면상에 윤대형으로 형성한 것을 들 수 있다.

또한, 본 실시예의 대물 렌즈에서는 고밀도인 차세대 제1 광 디스크로서 투명 기판 두께 t_1 를 0.1mm, 광원의 파장을 405nm, 상측 개구수를 0.85로 가정하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

또한, 제2 광 디스크(DVD)에 대한 상측 개구수를 0.60, 제3 광 디스크(CD)에 대한 상측 개구수를 0.45로 하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

표11에 본 실시예의 대물 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내었다.

[표11]

파장 $\lambda_1 = 405\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_1 = 2.30\text{mm}$, 상측 개구수 $NA_1 = 0.85$, 결상배율 $m_1 = 0$, 회절 차수 $n_1 = 2 (0 \leq h \leq 1.59)$, $n_1 = 3 (h > 1.59)$

파장 $\lambda_2 = 655\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_2 = 2.40\text{mm}$, 상측 개구수 $NA_2 = 0.60$, 결상배율 $m_2 = -0.07$, 회절 차수 $n_2 = 1 (0 \leq h \leq 1.59)$, $n_2 = 2 (h > 1.59)$

파장 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ 인 경우

초점 거리 $f_3 = 2.39\text{mm}$, 상측 개구수 $NA_3 = 0.45$, 결상배율 $m_3 = -0.15$, 회절 차수 $n_3 = 1$

면번호	r(mm)	d(mm)	NA1	NA2	NA3	ν_d	비고
0		0.1(기판)					
1	1.824	2.100	1.82491	1.56873	1.50345	56.1	전면
2	-0.001	0.1(기판)					대물 렌즈
3	00	0.1(기판)	1.81848	1.57721	1.57072	10.0	두께 기판
4	00						

	$\lambda_1=405\text{nm}$	$\lambda_2=655\text{nm}$	$\lambda_3=785\text{nm}$
d0	0.100	0.100	0.100
d1	0.925	0.804	0.619

비구면 계수

	계1mm	계2mm
K	-1.7624E+00	-4.1833E+00
A4	4.8546E-02	1.0827E-01
A6	2.7886E-03	-5.4871E-02
A8	-7.0274E-04	1.8757E-02
A10	1.0058E-04	-2.7018E-03
A12	2.3889E-05	1.9181E-04

회절면 계수

$0 \leq h \leq 1.59$ 일 때

	치(μ)
b2	-8.0002E-03
b4	1.2049E-03
b6	1.3016E-03
b8	-5.8035E-04
b10	8.8117E-05

$h > 1.59$ 일 때

	치(μ)
b2	-5.8842E-03
b4	-8.5611E-04
b6	9.7482E-04
b8	-4.1250E-04
b10	4.8372E-05

본 실시예의 대물 렌즈는 회절 입사면(표11의 제1면)의 비구면상에 표12에 도시한 것처럼 윤대형의 회절 구조가 형성되어 있다. 표12에서 "시점(始點) 높이"는 그 윤대의 시점의 광축으로부터의 거리, "종점 높이"는 그 윤대의 종점의 광축으로부터의 거리를 나타내고, 유효 지름내에서의 윤대수는 101개이다.

[표12]

윤대 번호	시점 높이(mm)	종점 높이(mm)	윤대 번호	시점 높이(mm)	종점 높이(mm)
1	0.000	0.217	51	1.460	1.472
2	0.217	0.308	52	1.472	1.483
3	0.308	0.374	53	1.483	1.494
4	0.374	0.431	54	1.494	1.505
5	0.431	0.481	55	1.505	1.516
6	0.481	0.520	56	1.516	1.526
7	0.520	0.567	57	1.526	1.538
8	0.567	0.605	58	1.536	1.547
9	0.605	0.641	59	1.547	1.558
10	0.641	0.675	60	1.556	1.568
11	0.675	0.708	61	1.566	1.575
12	0.708	0.739	62	1.575	1.585
13	0.739	0.768	63	1.585	1.594
14	0.768	0.797	64	1.594	1.607
15	0.797	0.824	65	1.607	1.620
16	0.824	0.851	66	1.620	1.633
17	0.851	0.877	67	1.633	1.645
18	0.877	0.902	68	1.645	1.657
19	0.902	0.927	69	1.657	1.668
20	0.927	0.951	70	1.668	1.680
21	0.951	0.974	71	1.680	1.692
22	0.974	0.997	72	1.692	1.703
23	0.997	1.019	73	1.703	1.713
24	1.019	1.040	74	1.713	1.724
25	1.040	1.062	75	1.724	1.734
26	1.062	1.082	76	1.734	1.744
27	1.082	1.103	77	1.744	1.754
28	1.103	1.122	78	1.754	1.764
29	1.122	1.142	79	1.764	1.774
30	1.142	1.161	80	1.774	1.783
31	1.161	1.179	81	1.783	1.792
32	1.179	1.197	82	1.792	1.802
33	1.197	1.215	83	1.802	1.811
34	1.215	1.232	84	1.811	1.820
35	1.232	1.249	85	1.820	1.828
36	1.249	1.266	86	1.828	1.837
37	1.266	1.282	87	1.837	1.846
38	1.282	1.297	88	1.846	1.854
39	1.297	1.313	89	1.854	1.862
40	1.313	1.328	90	1.862	1.871
41	1.328	1.342	91	1.871	1.879
42	1.342	1.357	92	1.879	1.887
43	1.357	1.371	93	1.887	1.895
44	1.371	1.384	94	1.895	1.903
45	1.384	1.398	95	1.903	1.911
46	1.398	1.411	96	1.911	1.918
47	1.411	1.424	97	1.918	1.926
48	1.424	1.436	98	1.926	1.934
49	1.436	1.448	99	1.934	1.942
50	1.448	1.460	100	1.942	1.949
			101	1.949	1.957

표12의 회절 윤대 구조는 25를 광속 입사면상의 위치의 광축으로부터의 높이를 나타낸다고 하였을 경우에 $0 \leq h \leq 1.59$ 를 만족시키는 영역의 회절 구조(표12의 윤대 번호 1 내지 63)는 파장(λ) 380nm, 회절 차수 2에서 회절 효율이 논리적으로 100%가 되도록 최적화되어 있다. 이 회절 구조에 제1 광 디스크(고밀도 DVD)의 사용 파장인 파장 405nm의 광이 입사되면 2차 회절광이 최대광량을 갖도록 발생되고, 제2 광 디스크(DVD)의 사용 파장인 파장 655nm의 광이 입사되거나 제3 광 디스크(CD)의 사용 파장인 파장 785nm의 광이 입사되면 1차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

한편, $h > 1.59$ 를 만족시키는 영역의 회절 구조(표12의 윤대 번호 64 내지 101)는 파장(λ) 405nm, 회절 차수 3에서 회절 효율이 논리적으로 100%가 되도록 최적화되어 있다. 이 회절 구조는 제1 광 디스크(고밀도 DVD)의 사용 파장인 파장 405nm의 광이 입사되면 3차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생되고, 제2 광 디스크(DVD)의 사용 파장인 파장 655nm의 광이 입사되면 2차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

상기와 같이 회절 구조의 최적화 파장과 회절 차수를 설정함으로써,

$0 \leq h \leq 1.59$ 의 영역에서는

고밀도 DVD(파장 405nm):95.1%

DVD(파장 655nm):93.3%

CD(파장 785nm):99.7%

$h > 1.59$ 의 영역에서는

고밀도 DVD(파장 405nm):100%

DVD(파장 655nm):91.8%

로, 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서의 회절 효율을 얻을 수 있다.

또한, 상기와 같이 $h > 1.59$ 를 만족시키는 회절 구조를 파장 405nm, 회절 차수 3에서 최적화하면 제2 광 디스크에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 경우에 NA2보다 외측(즉, 광속 입사면의 $h > 1.59$ 를 만족시키는 영역)을 통과하는 광속의 구면수차의 최대치가 약 $70\mu m$ 로, 플레어의 외경을 크게 할 수 있으므로 광 검출기의 수광부에서의 양호한 신호 검출 특성을 얻을 수 있다.

이하, 본 발명에 따른 제3 내지 제7 실시 형태에 대하여 도면을 이용하여 설명한다.

(제3 실시 형태)

도42는 제3의 실시 형태에 따른 제1 광 픽업 장치를 개략적으로 도시한 도면이다. 도42에 도시된 바와 같이, 제1 광 픽업 장치는 보호 기판 두께가 작은 제1 광 디스크 재생용 제1 광원인 반도체 레이저(11)와, 보호 기판 두께가 큰 제2 광 디스크 재생용 제2 광원인 반도체 레이저(12)와, 보호 기판 두께가 더욱 큰 제3 광 디스크 재생용 제3 광원인 반도체 레이저(13)를 갖는다.

제1 광 디스크로는, 예를 들면 0.1mm의 보호 기판(투명 기판)을 갖는 고밀도의 차세대 광 디스크(고밀도 DVD)를 이용할 수 있으며, 제2 광 디스크로는 0.6mm의 보호 기판(투명 기판)을 갖는 DVD, DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, DVD+RW 등의 각종 DVD를 이용할 수 있고, 제3 광 디스크로는 1.2mm의 보호 기판(투명 기판)을 갖는 CD, CD-R, CD-RW, CD-Video, CD-ROM 등의 각종 CD를 이용할 수 있다.

또한, 제1 광원(11)으로는 400nm 정도의 파장의 광을 발생하는 GaN계 청자색 반도체 레이저나 청자색 SHG 레이저 등을 이용할 수 있으며, 제2 광원(12)으로는 650nm 정도의 파장의 광을 발생하는 적색 반도체 레이저를 이용할 수 있고, 제3 광원(13)으로는 780nm 정도의 파장의 광을 발생하는 적외 반도체 레이저를 이용할 수 있다. 이러한 제1 내지 제3 광원(11 내지 13)은 정보의 기록 및 재생이 수행되는 광 디스크의 종류에 따라 선택적으로 사용된다.

제1 광 픽업 장치는 소정의 상측 개구수내에서 회절 한계내가 되도록 제1 내지 제3 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 광속을 제1 내지 제3 광 디스크의 각각의 정보 기록면(91, 92, 93)상에 집광시킬 수 있는 대물 렌즈(14)를 갖는다.

대물 렌즈(14)의 광원측 면(14a)상에는 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성되어 있음에 따라 제1 광 디스크를 재생할 때에 필요한 상측 개구수 NA1내에서 회절 한계내가 되는 상태로 보호 기판을 통해 반도체 레이저(11)로부터의 광속을 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 집광시킬 수 있으며, 제2 광 디스크를 재생할 때에 필요한 상측 개구수 NA2내에서 회절 한계내가 되는 상태로 보호 기판을 통해 반도체 레이저(12)로부터의 광속을 제2 광 디스크의 정보 기록면(92)상에 집광시킬 수 있고, 제3 광 디스크를 재생할 때에 필요한 상측 개구수 NA3내에서 회절 한계내가 되는 상태로 보호 기판을 통해 반도체 레이저(13)로부터의 광속을 제3 광 디스크의 정보 기록면(93)상에 집광시킬 수 있다. 제1 광 디스크를 재생할 때에 필요한 상측 개구수 NA1로는 예를 들면 0.85정도, 제2 광 디스크를 재생할 때에 필요한 상측 개구수 NA2로는 0.60정도, 제3 광 디스크를 재생할 때에 필요한 상측 개구수 NA3로는 0.45정도로 할 수 있다.

또한, 제1 광 픽업 장치는 반도체 레이저(11)의 모드 호핑 등의 단색성의 단점에 기인하여 주로 대물 렌즈(14)에서 발생하는 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정용 소자(18)를 편광 빔 스플리터(15)와 대물 렌즈(14)의 사이에 갖는다. 고성능이며 간단한 구조의 색수차 보정 소자로는 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 갖는 회절 소자가 알려져 있는데, 반도체 레이저(11)의 파장(예를 들면 400nm) 근방의 광에 대하여 종래의 회절 소자를 이용하여 대물 렌즈(14)에서 발생하는 색수차를 보정하는 경우에 반도체 레이저(12)의 파장(예를 들면 650nm)이나 반도체 레이저(13)의 파장(예를 들면 780nm)의 광에 대해서는 색수차가 보정 과잉되는 문제가 있으므로, 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 광속의 공통 광로중에 배치되는 색수차 보정용 소자로는 바람직하지 않다.

이에, 본 발명자들은 제1 광 픽업 장치에 바람직한 색수차 보정용 소자(18)로 도43에 도시된 다층 회절 소자를 제안한다. 도43의 (a)의 다층 회절 구조는 아베수가 서로 다른 2개의 광학 소재로 형성된 광학 소자 a와 광학 소자 b를 접합한 구조를 가지며, 광학 소자 a의 접합면측에는 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성되어 있다. 광학 소자 a 및 광학 소자 b의 광학 재료로는 도43의 (b)에 도시된 바와 같이 반도체 레이저(12)의 파장(예를 들면 650nm)으로부터 반도체 레이저(13)의 파장(예를 들면 780nm)에 걸친 파장 영역에서 거의 굴절율 차이가 없으며, 반도체 레이저(11)의 파장(예를 들면 400nm) 근방의 파장 영역에서는 소정의 굴절율차 Δn 을 갖는 굴절율-파장 특성을 갖는 광학 재료를 선택한다. 따라서, 반도체 레이저(11)의 파장 근방의 광만이 광학 소자 a와 광학 소자 b의 굴절율차 Δn 의 영향에 의해 접합면의 회절 구조의 작용을 받아 회절하게 되므로, 굴절율차 Δn 에 대하여 회절 구조의 형상을 적절하게 설계하여 반도체 레이저(11)의 파장 근방의 광에 대해서만 대물 렌즈(14)의 색수차 보정을 수행하면 되고, 반도체 레이저(11)로부터 출사된 광속은 색수차 보정용 소자(18)를 통과하며 대부분의 색수차 없이 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 집광된다.

아울러, 제1 광 픽업 장치는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈(14) 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 반도체 레이저(11)의 제조 오차에 따른 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절율 변화에 의한 구면수차의 변화를 보정하기 위한 구면수차 보정 소자인 1축 액추에이터(21)에 의해 광축 방향으로 변이되는 콜리메이터(16)를 편광 빔 스플리터(15)와 대물 렌즈(14)의 사이에 갖는다.

제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상의 집광 스폿의 구면수차의 변화가 도시되지 않은 광 검출기에 의해 검출되는 경우에는 1축 액추에이터(21)를 통해 콜리메이터(16)를 소정량 변이시켜 대물 렌즈(14)에 입사되는 광속의 발산각을 변화시킴으로써, 이러한 구면수차의 변화를 보정하게 된다. 집광 스폿의 구면수차가 보정 과잉(오버) 방향으로 변화하는 경우에는 콜리메이터(16)를 대물 렌즈(14)로부터 멀어지는 방향으로 변이시키고, 집광 스폿의 구면수차가 보정 부족(언더) 방향으로 변화하는 경우에는 콜리메이터(16)를 대물 렌즈(14)에 가까워지는 방향으로 변이시킨다. 따라서, 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상의 집광 스폿을 항상 구면수차가 양호하게 보정된 상태로 유지할 수 있다.

제1 광 디스크를 재생하는 경우에 반도체 레이저(11)로부터 빔이 출사되고, 출사된 광속은 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 출사광의 합성 수단인 편광 빔 스플리터(15), 콜리메이터(16), 색수차 보정용 소자(18)를 통과하여 대물 렌즈(14)에 의해 제1 광 디스크의 보호 기관을 통해 정보 기록면(91)에 집광된다. 이때, 대물 렌즈(14)는 상측 개구수 NA1내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(11)로부터의 광속을 집광시키므로, 고밀도의 차세대 광 디스크인 제1 광 디스크를 재생할 수 있다.

그리고, 정보 기록면(91)에서 정보 비트에 의해 변조되어 반사된 광속은 다시 대물 렌즈(14), 색수차 보정용 소자(18), 콜리메이터(16)를 투과하여 도시되지 않은 광 검출계로 향한다. 광 검출계의 광 검출기상에서 스폿의 형상 변화, 위치 변화에 따른 광량 변화를 검출하여 합초 검출이나 트랙 검출을 수행한다. 이 검출에 의거하여 2축 액추에이터(22)가 반도체 레이저(11)로부터의 광속이 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 결상되도록 대물 렌즈(14)를 광축 방향으로 변이시키는 동시에 반도체 레이저(11)로부터의 광속이 소정의 트랙에 결상되도록 대물 렌즈(14)를 광축에 수직인 방향으로 변이시킨다.

또한, 제2 광 디스크를 재생하는 경우에 반도체 레이저(12)로부터 빔이 출사되고, 출사된 광속은 반도체 레이저(12 및 13)로부터의 출사광의 합성 수단인 편광 빔 스플리터(17) 및 편광 빔 스플리터(15)에 의해 반사되며, 아울러 상기 반도체 레이저(11)로부터의 광속과 마찬가지로 콜리메이터(16), 색수차 보정용 소자(18)를 통과하여 대물 렌즈(14)에 의해 제2 광 디스크의 보호 기관을 통해 정보 기록면(92)에 집광된다. 이때, 대물 렌즈(14)는 상측 개구수 NA2내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(12)로부터의 광속을 집광시키므로, 제2 광 디스크를 재생할 수 있다.

그리고, 정보 기록면(92)에서 정보 비트에 의해 변조되어 반사된 광속은 다시 대물 렌즈(14), 색수차 보정용 소자(18), 콜리메이터(16)를 투과하여 도시되지 않은 광 검출계로 향한다. 제1 광 디스크의 경우와 마찬가지로 광 검출계의 광 검출기상에서의 스폿의 형상 변화, 위치 변화에 따른 광량 변화를 검출하여 합초 검출이나 트랙 검출을 수행한다. 이 검출에 의거하여 2축 액추에이터(22)가 반도체 레이저(12)로부터의 광속이 제2 광 디스크의 정보 기록면(92)상에 결상되도록 대물 렌즈(14)를 광축 방향으로 변이시키는 동시에 반도체 레이저(12)로부터의 광속이 소정의 트랙에 결상되도록 대물 렌즈(14)를 광축에 수직인 방향으로 변이시킨다.

또한, 제3 광 디스크를 재생하는 경우에 반도체 레이저(13)로부터 빔이 출사되고, 출사된 광속은 편광 빔 스플리터(17)를 투과하여 편광 빔 스플리터(15)에 의해 반사되며, 아울러 상기 반도체 레이저(11)로부터의 광속과 마찬가지로 콜리메이터(16), 색수차 보정용 소자(18)를 투과하여 대물 렌즈(14)에 의해 제3 광 디스크의 보호 기관을 통해 정보 기록면(93)에 집광된다. 이때, 대물 렌즈(14)는 상측 개구수 NA3내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(13)로

부터의 광속을 집광시키므로, 제3 광 디스크를 재생할 수 있다.

그리고, 정보 기록면(93)에서 정보 비트에 의해 변조되어 반사된 광속은 다시 대물 렌즈(14), 색수차 보정용 소자(18), 폴리아머(16)를 통과하여 도시되지 않은 광 검출계로 향한다. 제1 광 디스크의 경우와 마찬가지로 광 검출계의 광 검출기상에서의 스폿의 형상 변화, 위치 변화에 의한 광량 변화를 검출하여 합초(合焦) 검출이나 트랙 검출을 수행한다. 이 검출에 의거하여 2축 액추에이터(22)가 반도체 레이저(13)로부터의 광속이 제3 광 디스크의 정보 기록면(93)상에 결상되도록 대물 렌즈(14)를 광축 방향으로 변이시키는 동시에 반도체 레이저(13)로부터의 광속이 소정의 트랙에 결상되도록 대물 렌즈(14)를 광축에 수직인 방향으로 변이시킨다.

또한, 본 실시 형태의 광 픽업 장치에서는 광원과 대물 렌즈 사이의 광로중에 배치되는 1/4파장판이 생략되어 있는데, 실제 광 픽업 장치에서는 1/4파장판이 광원과 대물 렌즈 사이의 광로중에 배치되는 경우가 있다. 이후의 실시 형태의 광 픽업 장치에서도 1/4파장판은 생략한다.

본 실시 형태의 대물 렌즈(14)에 있어서, 제2 광 디스크를 재생하는 경우에 상측 개구수 NA2로부터 NA1의 영역을 통과하는 반도체 레이저(12)로부터의 광속이 제2 광 디스크의 정보 기록면(92)상에서 플레이어가 되도록 회절 구조(14a)와 회절 구조(14a)가 형성되는 광학면의 비구면 형상을 결정하면, NA1과 NA2와의 개구 절환을 자동적으로 수행할 수 있어 특별한 개구 절환 수단을 설치할 필요가 없으므로 비용상 유리하다.

아울러, 제3 광 디스크를 재생하는 경우에 상측 개구수 NA3로부터 NA1의 영역을 통과하는 반도체 레이저(13)로부터의 광속이 제3 광 디스크의 정보 기록면(93)상에서 플레이어가 되도록 회절 구조(14a)와 회절 구조(14a)가 형성되는 광학면의 비구면 형상을 결정하면, NA1과 NA2와 NA3의 개구 절환을 자동적으로 수행할 수 있으므로 더욱 바람직하다.

이와 같이 상측 개구수 NA2로부터 NA1의 영역을 통과하는 반도체 레이저(12)로부터의 광속과 상측 개구수 NA3로부터 NA1의 영역을 통과하는 반도체 레이저(13)로부터의 광속이 각각 제2 광 디스크의 정보 기록면(92)상, 제3 광 디스크의 정보 기록면(93)상에서 플레이어가 되도록 하는 경우, 상측 개구수 NA2로부터 NA1에 대응하는 영역을 통과하는 파장 λ 2의 광속은 상측 개구수 NA1내에서 제2 광 디스크의 정보 기록면상에서의 파면 수차가 0.20 λ 2보다 큰 형상이며, 또한 상측 개구수 NA3로부터 NA1에 대응하는 영역을 통과하는 파장 λ 3의 광속은 상측 개구수 NA1내에서 제3 광 디스크의 정보 기록면상에서의 파면 수차가 0.20 λ 3보다 큰 상태가 되도록 회절 구조(14a)가 결정된다. 따라서, 필요한 상측 개구수내의 영역을 통과하는 광속의 스폿과, 필요한 상측 개구수내로부터 외측을 통과하는 광속의 플레이어가 충분히 분리되어 광 검출기의 수광부에서의 양호한 신호 검출 특성이 얻어진다.

또한, 상술된 바와 같은 대물 렌즈(14)에 있어서, 제2 및 제3 광 디스크를 재생하는 경우에 필요한 상측 개구수 이상의 광속을 플레이어 성분으로 하지 않는 경우에 본 실시 형태의 광 픽업 장치는 NA1과 NA2와 NA3의 개구 절환 수단을 갖는 것이 바람직하다. 이와 같은 개구 절환 수단으로, 후술의 도50, 도51과 같은 윤대 필터를 이용할 수 있다. 또한, 제1 광 디스크, 제2 광 디스크, 제3 광 디스크를 재생할 때에 NA1과 NA2와 NA3에 대응하는 조리개를 각각 기계적으로 절환하여도 된다.

또한, 서로 대향하는 투명 전극의 사이에 배치된 액정층과 1/4파장판을 구비하는데, 투명 전극중 적어도 한쪽이 광축을 중심으로 하는 복수의 윤대형의 전압 인가부로 분할되며, 이러한 전압 인가부중 적어도 하나의 전압 인가부에 전압을 인가함으로써 액정층의 액정 분자의 배향 상태를 윤대형으로 변화시킬 수 있는 개구 절환 소자를 이용하여도 된다. 이러한 개구 절환 소자를 이용하면 대물 렌즈(14)의 NA2로부터 NA1의 영역과 NA2내의 영역에 대응하는 광속의 편광

면을 각각 독립적으로 변화시키거나 대물 렌즈(14)의 NA3로부터 NA1의 영역과 NA3내의 영역에 대응하는 광속의 편광면을 각각 독립적으로 변화시킬 수 있으므로, 제1 내지 제3 광 디스크에 대한 개구 제한 수단으로 기능시킬 수 있다.

또한, 본 실시 형태에서는 대물 렌즈(14)의 적어도 하나의 면(14a)상에 형성되는 동심원의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조의 작용에 의해 소정의 상측 개구수내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 광속을 제1 내지 제3 광 디스크의 각각의 정보 기록면(91 내지 93)상에 집광시킬 수 있도록 하였는데, 상기의 회절 구조를 대물 렌즈와 별도로 배설된 광학 소자의 광학면상에 설치하여도 된다.

상술된 바와 같이 대물 렌즈와 별도로 설치된 광학 소자의 광학면상에 회절 구조를 설치하는 경우에 있어서, 제2 및 제3 광 디스크를 재생하는 때에 필요한 상측 개구수 이상의 광속을 플레어 성분으로 하는 경우에 이러한 회절 구조가 설치된 광학 소자와 대물 렌즈를 일체로 트래킹 수행하는 것이 바람직하다. 이로써, 양호한 트래킹 특성을 얻을 수 있다.

또한, 대물 렌즈와 별도로 설치된 광학 소자의 광학면상에 회절 구조를 설치하는 경우에 있어서, 대물 렌즈만의 트래킹을 수행하고, 이러한 회절 구조가 설치된 광학 소자가 고정되어 있는 경우에는 반도체 레이저(12) 및 반도체 레이저(13)로부터의 광에 대하여 NA1까지의 광속을 수차 보정하도록 하는 것이 바람직하다. 이로써 양호한 트래킹 특성을 얻을 수 있다.

또한, 소정의 상측 개구수내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 광속을 제1 내지 제3 광 디스크의 각각의 정보 기록면(91 내지 93)상에 집광시킬 수 있는 대물 렌즈(14)로, 본 출원인에 의한 특개평11-96585호 공보나 특개2001-229567호 공보에 기재된 대물 렌즈를 이용하여도 된다.

또한, 제1 광 픽업 장치에서는 대물 렌즈(14)의 적어도 하나의 면(14a)상에 형성된 회절 구조의 회절 작용을 통해 소정의 상측 개구수내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 광속을 제1 내지 제3 광 디스크의 각각의 정보 기록면(91 내지 93)상에 집광할 수 있도록 하였는데, 이하에 본 실시 형태에 이용할 수 있는 다른 형태의 대물 렌즈의 예를 설명한다.

즉, 대물 렌즈의 적어도 하나의 면상에 형성된 회절 구조의 회절 작용을 통해 반도체 레이저(11 및 12)로부터의 광속을 각각 제1 광 디스크 및 제2 광 디스크의 정보 기록면(92)상에 각각 개구수 NA1 및 NA2내에서 회절 한계내가 되도록 집광시킬 수 있도록 하고, 제3 광 디스크에 대해서는 대물 렌즈에 반도체 레이저(13)로부터의 발산 광속을 입사시킴으로써, 보호 기판 두께의 차이에 기인하는 구면수차의 변화를 개구수 NA3내에서 회절 한계가 되도록 보정한다. 이 경우에 광 픽업 장치는 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행할 때의 개구 제한 수단을 갖는 것이 바람직하며, 개구 제한 수단으로는 후술의 도50, 도52와 같은 윤대 필터를 이용할 수 있다.

또한, 구면수차의 변화를 보정하는 구면수차 보정 소자로 후술되는 굴절율 분포 가변 재료층을 가지며 전장 또는 자장 또는 온도를 인가하면 굴절율 분포 가변 재료층의 굴절율 분포가 변화되는 소자나 구성 렌즈의 적어도 하나가 광축 방향으로 변이 가능한 빔 익스팬더를 이용하여도 된다.

또한, 본 실시 형태의 구면수차 보정 소자로서의 콜리메이터(16)는 1군 구성으로 하였으나, 복수의 렌즈로 구성하여도 된다. 이와 같이 복수의 렌즈로 구성된 구면수차 보정 소자인 콜리메이터로, 본 출원인에 의한 특원2000-392333호에 개시된 커풀링 렌즈가 있다.

또한, 본 실시 형태에서는 편광 빔 스플리터(15)로부터 대물 렌즈(14)에 이르는 반도체 레이저(12)로부터의 광속의 경로를 생략하고 있다. 마찬가지로, 편광 빔 스플리터(15)에서 대물 렌즈(14)에 이르는 반도체 레이저(13)로부터의 광속의 경로를 생략하고 있다. 이후의 실시 형태에서도 동일하다.

또한, 본 실시 형태에서는 대물 렌즈의 포커싱 오차 및/또는 트래킹 오차를 검출하기 위한 광 검출 수단 및 정보 기록면(91)상의 집광 스폿의 구면수차의 변화를 검출하기 위한 광 검출 수단이 생략되어 있는데, 실제 광 픽업 장치는 이러한 광 검출 수단을 갖는다. 이후의 실시 형태에서도 마찬가지로 광 검출 수단을 생략한다.

다음에는 도44를 통해 도42의 광 픽업 장치의 변형예인 제2 광 픽업 장치를 설명한다. 도45에 도시된 바와 같이 제2 광 픽업 장치는 도42의 콜리메이터(16)와 색수차 보정용 소자(18) 대신에 구면수차 보정 소자인 콜리메이터와 색수차 보정용 소자가 일체화된 일체화 소자(20)를 가지며, 이 일체화 소자(20)는 도9와 마찬가지로 1축 액추에이터(21)에 의해 광축 방향으로 변이되도록 구성되어 있다. 아울러, 반도체 레이저(12)와 반도체 레이저(13)가 동일 케이스(19) 내에 수납되어 유닛화되어 있다. 도44의 구성에 따르면, 일체화 소자(20) 및 유닛화된 반도체 레이저에 의해 광 픽업 장치의 부품 점수를 저감시킬 수 있으므로, 보다 코스트 다운을 도모할 수 있다.

또한, 도44의 제2 광 픽업 장치에서는 반도체 레이저(12)와 반도체 레이저(13)가 유닛화되어 있는데, 반도체 레이저(11)와 반도체 레이저(12)를 유닛화하여도 되고, 반도체 레이저(11)와 반도체 레이저(13)를 유닛화하여도 된다. 또한, 반도체 레이저(11)와 반도체 레이저(12)와 반도체 레이저(13)를 유닛화하면 한층 더한 코스트 다운 및 공간 절약화를 도모할 수 있다.

(제4 실시 형태)

도45는 도4의 실시 형태에 따른 제3 광 픽업 장치를 개략적으로 도시한 도면이다. 도12에 도시된 바와 같이, 제3 광 픽업 장치는 도42의 제1 광 픽업 장치와 마찬가지로 3종류의 기록 밀도가 서로 다른 디스크에 정보의 기록 및 재생이 가능한 광 픽업 장치이다.

제3 광 픽업 장치는 소정의 상측 개구수내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 각 광속을 제1 내지 제3 광 디스크의 각각의 정보 기록면상에 집광시킬 수 있는 대물 렌즈(14)를 갖는다. 대물 렌즈(14)로는 제1 광 픽업 장치에 이용된 대물 렌즈와 동일한 대물 렌즈를 이용할 수 있으므로 상세한 설명은 생략한다.

또한, 제3 광 픽업 장치는 반도체 레이저(11)와 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 출사광의 합성 수단인 편광 빔 스플리터(15)와의 사이의 광로중에 반도체 레이저(11)의 모드 호핑 등의 단색성의 단점에 기인하여 주로 대물 렌즈(14)에서 발생하는 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정용 소자인 콜리메이터(29)를 갖는다. 콜리메이터(29)의 적어도 하나의 면상에는 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성되어 있으며, 반도체 레이저(11)로부터 사출된 광의 파장이 길어지는 방향으로 변화하는 경우에 콜리메이터(29)의 백 포커스가 짧아지는 방향으로 변화하는 파장 특성을 갖는다. 아울러, 콜리메이터(29)의 파장 변화에 대한 초점 거리의 2승으로 규격화된 백 포커스의 변화량의 절대치는 동일량의 파장 변화에 대한 대물 렌즈(14)의 초점 거리의 2승으로 규격화된 백 포커스의 변화량의 절대치와 대략 일치하므로, 반도체 레이저(11)로부터 출사된 광속은 콜리메이터(29)와 대물 렌즈(14)를 거쳐 대부분 색수차 없이 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 집광된다. 이와 같은 파장 특성을 갖는 콜리메이터로는 본 출원인에 의한 특원 2001 - 248819호에 개시된 콜리메이터를 이용할 수 있다.

또한, 제3 광 픽업 장치에 이용하기에 바람직한 색수차 보정용 소자인 콜리메이터(29)로는 상대적으로 아베수가 큰 정 렌즈와 상대적으로 아베수가 작은 부렌즈를 접합한 콜리메이터를 이용할 수 있다. 이와 같은 더블 구조를 갖는 콜리메이터로는 본 출원인에 의한 특원 2000 - 262372호에 개시된 콜리메이터를 이용할 수 있다.

또한, 제3 광 픽업 장치에서는 콜리메이터에 회절 구조를 형성하여 대물 렌즈(14)에서 발생되는 색수차를 보정하였는데, 반도체 레이저(11)와 편광 빔 스플리터(15)와의 사이에 콜리메이터와 별도로 배치되는 적어도 1면에 회절 구조가 형성된 색수차 보정 소자를 이용하여도 된다. 평행광중에 배치될 수 있는 색수차 보정 소자로는 본 출원인에 의한 특원 2001 - 210659호에 개시된 색수차 보정 소자를 이용할 수 있다. 반도체 레이저(11)로부터 사출된 타원형의 광속을 정형하기 위한 빔 정형 프리즘 페어를 광로중에 배치하는 경우에는 이러한 평행광중에 배치될 수 있는 색수차 보정 소자를 이용하는 것이 바람직하다.

또한, 제3 광 픽업 장치에서는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 반도체 레이저(11)의 제조 오차에 의한 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화에 따른 집광 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절을 변화에 의한 구면수차의 변화를 보정하는 구면수차 보정 소자인 굴절을 분포 가변 소자(23)를 편광 빔 스플리터(15)와 대물 렌즈(14)의 사이에 배치하고 있다.

굴절을 분포 가변 소자(23)는 한쌍의 유리 기판(24a, 24b)에 유지되는 서로 대향하는 한쌍의 투명 전극(25a, 25b)의 사이에 배치된 액정층(26)을 갖는데, 투명 전극(25a, 25b)에 구동 전원(27)으로부터의 전압을 인가하면 액정층(26)의 액정 분자의 배향 상태를 전기적으로 제어하여 액정층(26)내의 굴절을 분포를 변화시킬 수 있도록 구성되어 있다.

투명 전극(25a, 25b)의 적어도 한쪽은 광축을 중심으로 한 복수의 윤대형의 전압 인가부로 분할되어 있으며, 이들 복수의 윤대형의 전압 인가부의 적어도 하나에 소정의 전압을 인가하면 액정층(26)의 굴절을 분포를 광축을 중심으로 윤대형으로 변화시킬 수 있다. 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상의 집광 스폿의 구면수차의 변화가 도시되지 않은 광 검출기에 의해 검출되는 경우에는 전원(27)을 통해 전압 인가부로 소정의 전압을 인가함으로써, 액정층(26)의 굴절을 분포를 광축을 중심으로 하는 윤대형으로 변화시키고 굴절을 분포 가변 소자(23)를 투과하는 파면에 대하여 소정의 광로차를 부가하여 이러한 구면수차의 변화를 보정한다. 이로써, 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상의 집광 스폿은 항상 구면수차가 양호하게 보정된 상태를 유지할 수 있다.

상술된 설명에서는 굴절을 분포 가변 소자(23)로 상술된 바와 같은 형태의 굴절을 분포 가변 소자를 이용하였는데, 본 실시 형태의 광 픽업 장치에 이용할 수 있는 굴절을 분포 소자는 광축을 중심으로 회전 대칭형으로 굴절을 분포를 변화시킬 수 있는 것이면 가능하고, 상술의 형태에 한정되는 것은 아니다.

또한, 제3 광 픽업 장치에 이용할 수 있는 구면수차 보정 소자로는 구성 렌즈의 적어도 하나의 광축 방향으로 변이 가능한 빔 익스펜더를 이용하여도 된다.

다음에는 도46을 통해 도12의 광 픽업 장치의 변형예인 제4 광 픽업 장치를 설명한다. 도46에 도시된 바와 같이, 제4 광 픽업 장치에서는 반도체 레이저(12)와 반도체 레이저(13)가 도44와 마찬가지로 유닛화되어 있으므로, 광 픽업 장치의 부품 점수의 저감을 통해 코스트 다운을 도모할 수 있다.

제4 광 픽업 장치는 개구수 NA1내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(11)의 광속을 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 집광시킬 수 있는 대물 렌즈(34)를 갖는다. 제1 광 디스크 전용 대물 렌즈인 대물 렌즈(34)를 통해 반도체 레이저(12)로부터의 광을 이용하여 제2 광 디스크를 기록·재생하려면 보호 기판 두께의 차이에 의해 보정 과잉(오버) 방향으로 구면수차가 변화하는데, 제4 광 픽업 장치에서는 보정 과잉 방향으로 변화하는 구면수차를 굴절을 분포 가변 소자(23)를 통해 개구수 NA2내에서 회절 한계내가 되도록 보정하여 제2 광 디스크에 대한 기록·재생을 가능하게 한다.

아울러, 반도체 레이저(13)로부터의 광을 이용하여 제3 광 디스크를 기록·재생하는 경우에도 마찬가지로 보호 기판 두께의 차이에 의해 보정 과잉(오버) 방향으로 변화하는 구면수차를 굴절을 분포 가변 소자(23)를 통해 개구수 NA3내에서 회절 한계내가 되도록 보정한다.

또한, 제4 광 픽업 장치는 NA1과 NA2와 NA3의 개구 절환 수단을 갖는데, 이와 같은 개구 절환 수단으로 도46의 대물 렌즈(34)의 광원측의 광학면(34a)에 파장 선택성이 있는 후술의 도50, 도51과 같은 윤대 필터를 형성하고 있다. 따라서, 자동적으로 개구를 NA1과 NA2와 NA3으로 절환할 수 있다. 이러한 파장 선택성이 있는 윤대 필터를 통해 제2 광

디스크 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 경우에는 필요 개구수 이상의 광속을 차단하는 것으로 광 디스크의 정보 기록면상에서 원하는 스폿 지름을 얻을 수 있다.

또한 개구 절환 수단으로 제1 광 디스크, 제2 광 디스크, 제3 광 디스크를 재생할 때에 NA1과 NA2와 NA3에 대응하는 조리개를 각각 기계적으로 절환하는 수단을 이용하여도 되고, 아울러 제1 실시 형태에서 설명된 바와 같은 액정을 이용하는 개구 절환 소자를 이용하여도 된다.

또한, 이러한 개구 절환 수단은 대물 렌즈(34)와 일체로 트래킹 수행되는 것이 바람직한데, 이를 통해 양호한 트래킹 특성이 얻어진다. 도13에서는 대물 렌즈(34)의 광학면(34a)에 설치되어 있으므로 이 트래킹 특성이 향상된다.

또한, 도46의 광 픽업 장치에서 대물 렌즈(34)는 하나의 렌즈군으로 구성되는 단렌즈이며, 파장 λ 1에서의 초점 거리를 $f1(mm)$, 중심 두께를 $d(mm)$, 대물 렌즈(14)에 입사되는 파장 λ 1의 광속의 지름을 $\Phi 1(mm)$, 제3 광 디스크에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 작동 거리를 $fB3(mm)$ 으로 했을 때,

$$0.7 < d/f1 < 1.5(2)$$

$$2.8 < \Phi 1 < 5.8(3)$$

$$fB3 > 0.2(4)$$

을 만족하도록 구성된다.

고밀도 DVD용 고NA 대물 렌즈로는 특개평10-123410호 공보에 있는 바와 같은 2개의 렌즈군으로 구성된 대물 렌즈가 제안되고 있는데, 보호 기판 두께에 1.1mm의 차이가 있는 고밀도 DVD와 CD와의 상호 호환을 공통의 대물 렌즈로 수행하는 경우에는 대물 렌즈의 작동 거리를 확보하기 쉬운 단렌즈 구성으로 하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 (2), (3)식을 만족시키는 것이 특히 바람직하며, 이를 통해 CD의 작동 거리를 (4)식을 만족시키도록 충분히 확보할 수 있다. CD의 작동 거리가 (4)식을 만족시키면 DVD나 고밀도 DVD와 같이 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 공차가 비교적 엄격하게 억제되지 않아 보호 기판 두께의 개체차에 따른 분산이 큰 CD를 기록 및/또는 재생하는 경우에도 CD와 대물 렌즈와의 충돌 가능성을 충분히 작게 할 수 있다.

(제5 실시 형태)

도47은 제5 실시 형태에 따른 제5 광 픽업 장치를 개략적으로 도시한 도면이다. 도47에 도시된 바와 같이, 제5 광 픽업 장치는 도42의 제1 광 픽업 장치와 마찬가지로 3종류의 기록 밀도가 서로 다른 광 디스크에 정보의 기록 및 재생이 가능한 광 픽업 장치이다.

제5 광 픽업 장치는 소정의 상측 개구수내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 광속을 제1 내지 제3 광 디스크의 각각의 정보 기록면(91 내지 93)상에 집광시킬 수 있는 대물 렌즈(14)를 갖는다. 대물 렌즈(14)로는 제1 광 픽업 장치에 이용되는 대물 렌즈와 동일한 대물 렌즈를 이용할 수 있으므로 상세한 설명은 생략한다.

아울러, 제5 광 픽업 장치는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 반도체 레이저(11)의 제조 오차에 의한 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절율 변화에 의한 구면수차의 변화를 보정하는 구면수차 보정 소자인 빔 익스펜더(33)를 반도체 레이저(11)와 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 출사광의 합성 수단인 편광 빔 스플리터(15)와의 사이의 광로중에 배치하고 있다.

이 빔 익스팬더(33)는 부렌즈(32)와 정렌즈(31)로 구성되어 있는데, 부렌즈(32)가 1축 액추에이터(21)에 의해 광축 방향으로 변이되도록 구성되어 있다. 부렌즈(32)에는 반도체 레이저(11)로부터의 광속이 콜리메이터(30)에 의해 평행하게 변환되어 입사된다.

제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상의 집광 스폿의 구면수차의 변화가 도시되지 않은 광 검출기에 의해 검출되는 경우에 1축 액추에이터(21)를 통해 부렌즈(32)를 소정량 변이시켜 대물 렌즈(14)에 입사되는 광속의 발산각을 변화시킴으로써, 이러한 구면수차의 변화를 보정한다. 집광 스폿의 구면수차가 보정 과잉(오버) 방향으로 변화되는 경우에는 부렌즈(32)를 정렌즈(31)에 근접하는 방향으로 변이시키고, 집광 스폿의 구면수차가 보정 부족(언더) 방향으로 변화되는 경우에는 부렌즈(32)를 정렌즈(31)로부터 멀어지는 방향으로 변이시킨다. 따라서, 제1 광 디스크의 기록 정보면(91)상의 집광 스폿은 항상 구면수차가 양호하게 보정된 상태로 유지할 수 있다.

또한, 제5 광 픽업 장치에서는 부렌즈(32)를 광축 방향으로 변이시키도록 하였는데, 정렌즈(31)를 광축 방향으로 변이시켜도 되고, 또한 부렌즈(32)와 정렌즈(31)의 양쪽을 광축 방향으로 변이시켜도 된다.

또한, 제5 광 픽업 장치에서는 구면수차 보정 소자로 부렌즈(32)를 광축 방향으로 변이시키는 빔 익스팬더(33)를 이용하였는데, 제1 광 픽업 장치와 마찬가지로 광축 방향으로 변이시키는 콜리메이터를 이용하여도 되고, 제3 광 픽업 장치와 마찬가지로 굴절을 분포 가변 소자를 이용하여도 된다. 어느 경우라도 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상의 집광 스폿은 항상 구면수차가 양호하게 보정된 상태를 유지할 수 있다.

아울러, 제5 광 픽업 장치에서는 빔 익스팬더(33)의 정렌즈(31)의 광 디스크측의 면(31a)상에 동심원형의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성되어 있으며, 반도체 레이저(11)로부터 사출되는 광의 파장이 길어지는 방향으로 변화하는 경우에 빔 익스팬더(33)의 파워가 커지는 파장 특성을 가지므로, 반도체 레이저(11)로부터 출사된 광속은 빔 익스팬더(33)와 대물 렌즈(14)를 거쳐 대부분 색수차 없이 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 집광된다.

제5 광 픽업 장치에 바람직한 빔 익스팬더로는 본 출원인에 의한 특원2000 - 330009호에 개시된 바와 같은 빔 익스팬더를 이용할 수 있다.

제5 광 픽업 장치에서는 빔 익스팬더(33)의 정렌즈(31)의 적어도 1면상에 회절 구조를 형성하여 대물 렌즈(14)에서 발생하는 색수차를 보정하였는데, 부렌즈(32)의 적어도 1면상에 회절 구조를 형성하여도 되고, 부렌즈(32)와 정렌즈(31)의 양쪽에 회절 구조를 형성하여도 된다.

또한, 제5 광 픽업 장치에서는 빔 익스팬더(33)의 정렌즈(31)의 적어도 1면상에 회절 구조를 형성하여 대물 렌즈(14)에서 발생하는 색수차를 보상하였는데, 반도체 레이저(11)의 모드 호핑 등의 단색성의 단점에 기인하여 주로 대물 렌즈(14)에서 발생하는 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정용 소자로 특원2001 - 248819호나 특원2000 - 262372호에 개시된 바와 같은 콜리메이터를 이용할 수 있다. 아울러, 본 출원인에 의한 특원2001 - 210659호에 개시된 색수차 보정 소자를 이용할 수 있다.

다음으로, 도48을 통해 도47의 광 픽업 장치의 변형예인 제6의 광 픽업 장치를 설명한다. 도48에 도시된 바와 같이, 제6 광 픽업 장치에서는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 반도체 레이저(11)의 제조 오차에 의한 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절을 변화에 의한 구면수차의 변화를 보정하는 구면수차 보정 소자인 1축 액추에이터(21)에 의해 광축 방향으로 변이되는 콜리메이터(39)를 반도체 레이저(11)와 반도체 레이저(44 내지 46)로부터의 출사광의 합성 수단인 편광 빔 스플리터(15)와의 사이의 광로중에 구비한다. 따라서, 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상의 집광 스폿은 항상 구면수차가 양호하게 보정된 상태를 유지할 수 있다.

또한, 제6 광 픽업 장치는 반도체 레이저(11)의 모드 호핑 등의 단색성의 단점에 기인하여 주로 대물 렌즈(14)에서 발생하는 색수차를 보정하기 위하여 콜리메이터(39)의 광 디스크측의 면(39a)상에 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 형성하였다. 따라서, 콜리메이터(39)는 반도체 레이저(11)로부터 사출되는 광의 파장이 길어지는 방향으로 변화하는 경우에 콜리메이터(39)의 백 포커스가 짧아지는 방향으로 변화하는 파장 특성을 가지고 있으므로, 반도체 레이저(11)로부터 사출된 광속은 콜리메이터(39) 및 대물 렌즈(14)를 통과하여 대부분 색수차 없이 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 집광된다.

(제6 실시 형태)

도49는 제6 실시 형태에 따른 제7 광 픽업 장치를 개략적으로 도시한 도면이다. 도49에 도시된 바와 같이, 제5 광 픽업 장치는 도42의 제1 광 픽업 장치와 마찬가지로 3종류의 기록 밀도가 서로 다른 광 디스크에 정보의 기록 및 재생이 가능한 광 픽업 장치이다.

본 실시 형태의 제7 광 픽업 장치는 개구수 NA1내에서 회절 한계내가 되도록 반도체 레이저(11)의 광속을 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 집광시킬 수 있는 대물 렌즈(34)를 갖는다.

제7 광 픽업 장치에서는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 반도체 레이저(11)의 제조 오차에 의한 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절률 변화에 의한 구면수차의 변화를 보정하는 구면수차 보정 소자인 1축 액추에이터(21)에 의해 광축 방향으로 변이되는 콜리메이터(39)를 반도체 레이저(11)와 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 출사광의 합성 수단인 편광 빔 스플리터(15)와의 사이의 광로중에 구비한다. 따라서, 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상의 집광 스폿은 항상 구면수차가 양호하게 보정된 상태를 유지할 수 있다.

또한, 제7 광 픽업 장치는 반도체 레이저(11)의 모드 호핑 등의 단색성의 단점에 기인하여 주로 대물 렌즈(34)에서 발생하는 색수차를 보정하기 위하여 콜리메이터(39)의 광 디스크측의 면(39a)상에 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 형성하였다. 따라서, 콜리메이터(39)는 반도체 레이저(11)로부터 사출되는 광의 파장이 길어지는 방향으로 변화하는 경우에 콜리메이터(39)의 백 포커스가 짧아지는 방향으로 변화하는 파장 특성을 가지므로, 반도체 레이저(11)로부터 사출된 광속은 콜리메이터(39) 및 대물 렌즈(34)를 통과하여 대부분 색수차 없이 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 집광된다.

제7 광 픽업 장치에서는 반도체 레이저(12)와 편광 빔 스플리터(15)와의 사이의 광로중이며, 반도체 레이저(12)로부터의 광속과 반도체 레이저(13)로부터의 광속과의 공통 광로중에 광 디스크측의 면(35a)상에 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조가 형성된 회절 광학 소자(35)를 구비한다.

제1 광 디스크 전용 대물 렌즈인 대물 렌즈(34)를 통해 반도체 레이저(12)로부터의 광을 이용하여 제2 광 디스크를 기록·재생하려면 보호 기판 두께의 차이에 의해 보정 과잉(오버) 방향으로 구면수차가 변화한다. 마찬가지로, 대물 렌즈(34)를 통해 반도체 레이저(13)로부터의 광을 이용하여 제3 광 디스크를 기록·재생하려면 보호 기판 두께의 차이에 의해 보정 과잉(오버) 방향으로 구면수차가 변화한다. 제7 광 픽업 장치에서는 보정 과잉 방향으로 변화하는 구면수차를 회절 광학 소자(35)의 회절 작용을 통해 반도체 레이저(12)내에서 회절 한계내가 되도록 보정하고, 아울러 반도체 레이저(13)로부터의 광속을 제3 광 디스크를 재생할 때에 필요한 상측 개구수 NA3내에서 회절 한계내가 되도록 보

정하므로, 제1 광 디스크 전용 대물 렌즈(34)를 이용하여 보정 기관 두께가 서로 다른 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 대한 정보의 기록·재생이 가능하다.

도49의 광 픽업 장치에 있어서, 회절 광학 소자(35)의 회절 구조(35a)는 반도체 레이저(12)로부터의 파장 λ_2 의 광이 입사되었을 때에 발생하는 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 차수 n_2 와, 반도체 레이저(13)로부터의 파장 λ_3 의 광이 입사되었을 때에 발생하는 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 차수 n_3 이 동일해지도록 최적화되며, 그 최적화 파장은 λ_2 와 λ_3 의 중간의 파장이다. 따라서, 제2 광 디스크와 제3 광 디스크의 사용 파장 영역에서 각각 높은 회절 효율을 얻을 수 있다.

예를 들면 회절 구조(35a)를,

$$680\text{nm} < \lambda_B < 740\text{nm}$$

을 만족하는 파장 λ_B 와 회절 차수 1에서 최적화시키면 반도체 레이저(12)로부터의 파장 650nm의 광과 반도체 레이저(13)로부터의 파장 780nm의 광이 회절 구조(35a)에 입사되었을 때에 발생하는 각각의 광의 1차 회절광의 회절 효율을 모두 95% 이상으로 할 수 있다.

또한 도49의 광 픽업 장치와 같이, 기관 두께 차이 보정 수단인 회절 광학 소자(35)를 반도체 레이저(12 및 13)로부터의 광속은 통과하지만 반도체 레이저(11)로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 배치하고, 반도체 레이저(12 및 13)로부터의 광속의 동일 차수의 회절광을 각각 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 대한 기록 및 재생에 사용하면, 반도체 레이저(12)로부터의 광속의 파장 λ_2 와 반도체 레이저(13)로부터의 광속의 파장 λ_3 의 중간의 파장과 회절 차수 2에서 회절 구조(35a)를 최적화하는 경우에도 파장 λ_2 의 광과 파장 λ_3 의 광에서 모두 높은 회절 효율을 얻을 수 있다. 이와 같이, 회절 차수 2에서 회절 구조(35a)를 최적화하면 회절 차수 1에서 최적화하는 경우에 비해 이웃하는 회절 윤대의 간격을 2배로 넓힐 수 있으므로, 회절 윤대 형상의 제조 오차에 의한 회절 효율의 저하가 작은 회절 광학 소자(35)를 실현할 수 있다.

예를 들면, $n_2 = n_3 = 1$, $\lambda_B = 710\text{nm}$ 에서 회절 구조(35a)를 최적화하는 경우에 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서의 회절 효율은,

제2 광 디스크(DVD, 파장 650nm): 97.2%

제3 광 디스크(CD, 파장 780nm): 97.3%

인 것에 비해, $n_2 = n_3 = 2$, $\lambda_B = 710\text{nm}$ 에서 회절 구조(35a)를 최적화하는 경우에도,

제2 광 디스크(DVD, 파장 650nm): 89.3%

제3 광 디스크(CD, 파장 780nm): 89.8%

로, 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 충분한 회절 효과를 확보할 수 있다.

또한, 제7 광 픽업 장치는 NA1과 NA2와 NA3의 개구 절환 수단을 갖는 것이 바람직하다. 이와 같은 개구 절환 수단으로는 후술의 도50, 도51과 같은 윤대 필터를 이용할 수 있다. 또한, 제1 광 디스크, 제2 광 디스크, 제3 광 디스크를 재생할 때에 NA1과 NA2와 NA3에 대응하는 조리개를 각각 기계적으로 절환하도록 하여도 된다. 또한, 제1 실시 형태에서 설명한 바와 같은 액정을 이용한 개구 절환 소자를 이용할 수 있다.

또한, 도49의 광 픽업 장치에서 대물 렌즈(34)는 하나의 렌즈군으로 형성된 단렌즈인데, 파장 λ 1에서의 초점 거리를 $f1(mm)$, 중심 두께를 $d(mm)$, 대물 렌즈(14)에 입사되는 파장 λ 1의 광속의 지름을 $\Phi 1(mm)$, 제3 광 디스크에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 작동 거리를 $fB3(mm)$ 로 했을 때,

$$0.7 < d/f1 < 1.5(2)$$

$$2.8 < \Phi 1 < 5.8(3)$$

$$fB3 > 0.2(4)$$

를 만족하도록 구성된다.

고밀도 DVD용 고NA 대물 렌즈로는 특개평10-123410에 개시된 것과 같은 2개의 렌즈군으로 구성되는 대물 렌즈가 제안되고 있는데, 보호 기판 두께에 1.1mm의 차이가 있는 고밀도 DVD와 CD와의 상호 호환을 공통의 대물 렌즈로 수행하는 경우에는 대물 렌즈를 작동 거리를 확보하기 쉬운 단렌즈 구성으로 하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 (2), (3)식을 만족시키는 것이 특히 바람직하며, 이를 통해 CD의 작동 거리를 (4)식을 만족시키도록 충분히 확보할 수 있다. CD의 작동 거리가 (4)식을 만족시키고 있으면 DVD나 고밀도 DVD와 같이 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 공차가 비교적 엄격하게 억제되지 않아 보호 기판 두께의 개체차에 따른 분산이 큰 CD를 기록 및/또는 재생하는 경우에도 CD와 대물 렌즈와의 충돌의 가능성을 충분히 작게 할 수 있다.

도42, 도44, 도45, 도47, 도48의 광 픽업 장치에서 대물 렌즈(14)의 회절 구조(14a)는,

$$340nm < \lambda B < 440nm(A)$$

를 만족시키는 파장(이하, λB 를 최적화 파장 또는 제조 파장 또는 블레이즈화 파장이라 부른다)과 회절 차수 2에서 최적화되어 있으므로, 반도체 레이저(11)로부터의 파장 400nm의 광이 입사되는 경우에는 2차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 광량을 갖도록 발생되고, 대물 렌즈(14)는 그 2차 회절광을 제1 광 디스크의 정보 기록면상에 집광한다.

이때, 대물 렌즈(14)의 회절 구조(14a)에 반도체 레이저(12)로부터의 파장 650nm의 광이 입사되는 경우에는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 광량을 갖도록 발생되며 대물 렌즈(14)는 그 1차 회절광을 제2 광 디스크의 정보 기록면상에 집광하는 동시에 대물 렌즈(14)의 회절 구조(14a)에 반도체 레이저(13)로부터의 파장 780nm의 광이 입사되는 경우에는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 광량을 갖도록 발생되며 대물 렌즈(14)는 그 1차 회절광을 제3 광 디스크의 정보 기록면상에 집광한다.

이와 같이, (A)식을 만족시키는 파장과 회절 차수 2에서 회절 구조(14a)를 최적화함으로써, 제1 광 디스크에 대한 정보의 기록 및/또는 재생에 사용되는 회절광의 차수와 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 대한 정보의 기록 및/또는 재생에 사용되는 회절광의 차수를 서로 다르게 하고, 또한 제1 광 디스크에 대한 정보의 기록 및/또는 재생에 사용되는 회절광의 차수가 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 대한 정보의 기록 및/또는 재생에 사용되는 회절광의 차수보다 커지도록 하면, 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 각각 높은 회절 효과를 얻을 수 있다.

대물 렌즈(14)의 회절 구조(14a)를 결정하는 경우에는 적어도 회절 구조(14a)에서 발생하는 반도체 레이저(11)로부터의 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 차수의 회절광의 회절 효율이 70%보다 커지도록 회절 구조(14a)를 최

적화하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 회절 구조(14a)에서 발생하는 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 각각의 광속의 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 차수의 회절광의 회절 효율이 모두 70%보다 커지도록 회절 구조(14a)가 최적화된다.

이하에 구체예를 도시한다. 임의의 제조 파장 λ B, 회절 차수 n 에서 최적화되는 이상적인 블레이즈 구조가 형성된 회절 렌즈를 생각하는 경우, 이 회절 렌즈의 임의의 파장 λ 에서의 회절 효율 $\eta(\lambda)$ 는 파장 λ B에서의 렌즈 재료의 굴절율과 파장 λ 에서의 렌즈 재료의 굴절율이 거의 변함이 없다고 가정하면 아래의 수학적식3으로 나타내어진다.

수학적식 3

$$\eta(\lambda) = \left[\frac{\sin \pi n \left\{ \left(\frac{\lambda B}{\lambda} \right) - 1 \right\}}{\pi n \left\{ \left(\frac{\lambda B}{\lambda} \right) - 1 \right\}} \right]^2$$

도93은 임의의 제조 파장 λ B, 회절 차수 1에서 최적화되는 블레이즈 구조에서 발생된 파장 405nm의 광의 1차 회절광과, 파장 650nm의 광의 1차 회절광과, 파장 780nm의 광의 1차 회절광의 회절 효율의 제조 파장에 대한 의존성을 나타낸 도면이다.

도93에서, 특개2001 - 195769호 공보에 기재된 광 픽업 장치와 같이 대물 렌즈(14)의 회절 구조(14a)에서 발생하는 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 광의 동일 차수의 회절광을 각각의 광 디스크로의 기록 및/또는 재생에 사용하는 경우에 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 높은 회절 효율을 얻을 수 없다는 것을 알 수 있다.

도94는 $340\text{nm} \leq \lambda B \leq 450\text{nm}$ 을 만족하는 제조 파장과 회절 차수 2에서 최적화되는 블레이즈 구조에서 발생된 파장 405nm의 광의 2차 회절광과, 파장 650nm의 광의 1차 회절광과, 파장 780nm의 광의 1차 회절광의 회절 효율의 제조 파장에 대한 의존성을 나타낸 도면이다.

도94에서, 제1 광 디스크로의 기록 및/또는 재생에 반도체 레이저(11)로부터의 광의 2차 회절광을, 제2 및 제3 광 디스크로의 기록 및/또는 재생에 각각 반도체 레이저(12) 및 반도체 레이저(13)로부터의 광의 1차 회절광을 이용하는 경우에 350nm에서 420nm의 사이의 파장을 제조 파장으로 설정하면 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 높은 회절 효율을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다. 특히, 360nm에서 400nm의 사이의 파장을 제조 파장으로 설정하면 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 80% 이상의 높은 회절 효율을 얻을 수 있으므로 바람직하다.

다음에는 대물 렌즈(14)의 회절 구조(14a)의 블레이즈 구조의 최적화 방법으로 바람직한 다른 예를 설명한다.

도95는 $390\text{nm} \leq \lambda B \leq 440\text{nm}$ 을 만족하는 제조 파장과 회절 차수 6에서 최적화되는 블레이즈 구조에서 발생된 파장 405nm의 광의 6차 회절광과, 파장 650nm의 광의 4차 회절광과, 파장 780nm의 광의 3차 회절광의 회절 효율의 제조 파장에 대한 의존성을 나타낸 도면이다.

도95에서, 제1 광 디스크로의 기록 및/또는 재생에 반도체 레이저(11)로부터의 광의 6차 회절광을, 제2 광 디스크로의 기록 및/또는 재생에 반도체 레이저(12)로부터의 광의 4차 회절광을, 제3 광 디스크로의 기록 및/또는 재생에 반도체 레이저(13)로부터의 광의 3차 회절광을 이용하는 경우에 405nm에서 425nm의 사이의 파장을 제조 파장으로 설정하면 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 높은 회절 효과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다. 특히, 410nm에서 420

nm의 사이의 파장을 제조 파장으로 설정하면 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 80%의 높은 회절 효율을 얻을 수 있으므로 바람직하다.

또한, 상술된 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 높은 회절 효율을 얻기 위하여 바람직한 제조 파장의 범위는 반도체 레이저(11 내지 13)로부터 발진되는 광의 파장이 각각,

$$380\text{nm} < \lambda_1 < 420\text{nm}$$

$$630\text{nm} < \lambda_2 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda_3 < 800\text{nm}$$

을 만족시키는 경우에 적용 가능하다.

반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 기판 두께 차이 보정 수단을 배치하면 도4 2, 도44, 도45, 도47, 도48의 광 픽업 장치와 같이 대물 렌즈와 기판 두께 차이 보정 수단인 회절 구조를 일체화할 수 있으므로, 광 픽업 광학계의 광학 소자의 수를 삭감할 수 있어 코스트의 관점상 바람직하다.

아울러, 상술된 바와 같이 개구수 NA2보다 외측의 영역을 통과하는 반도체 레이저(12)로부터의 광속과, 개구수 NA3보다 외측의 영역을 통과하는 반도체 레이저(13)로부터의 광속이 플레어가 되도록 대물 렌즈의 광학면상에 형성된 기판 두께 차이 보정 수단인 회절 구조를 결정하면 이 회절 구조의 개구 제한 수단으로서의 기능도 지니게 할 수 있으므로, 광 픽업 광학계의 광학 소자의 수를 더욱 삭감할 수 있어 비용의 관점상 바람직하다.

또한, 도42, 44, 45, 47, 48의 광 픽업 장치에 있어서, 대물 렌즈(14)는 하나의 렌즈군으로 구성된 단렌즈로, 파장 λ_1 에서의 초점 거리를 $f1(\text{mm})$, 중심 두께를 $d(\text{mm})$, 대물 렌즈(14)에 입사되는 파장 λ_1 의 광속의 지름을 $\Phi 1(\text{mm})$, 제3 광 디스크에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 작동 거리를 $fB3(\text{mm})$ 라고 했을 때,

$$0.7 < d/f1 < 1.5(2)$$

$$2.8 < \Phi 1 < 5.8(3)$$

$$fB3 > 0.2(4)$$

를 만족시키도록 구성되어 있다.

고밀도 DVD용 고NA 대물 렌즈로는 특개평10 - 123410에 개시된 것과 같은 2개의 렌즈군으로 구성되는 대물 렌즈가 제안되고 있는데, 보호 기판 두께에 1.1mm의 차이가 있는 고밀도 DVD와 CD의 상호 호환을 공통의 대물 렌즈로 수행하는 경우에는 대물 렌즈를 작동 거리를 확보하기 쉬운 단렌즈 구성으로 하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 (2), (3)식을 만족시키는 것이 특히 바람직하며, 이를 통해 CD의 작동 거리를 (4)식을 만족시키도록 충분히 확보할 수 있다. CD의 작동 거리가 (4)식을 만족시키고 있으면, DVD나 고밀도 DVD와 같이 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 공차가 비교적 엄격하게 억제되지 않아 보호 기판 두께의 개체차로 인한 분산이 큰 CD를 기록 및/또는 재생하는 경우에도 CD와 대물 렌즈와의 충돌 가능성을 충분히 작게 할 수 있다.

또한, 도42, 44, 45, 47, 48의 광 픽업 장치에 있어서, 대물 렌즈(14)는 아울러 제3 광 디스크에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 결상배율 $m3$ 이,

$$m3 < 0(5)$$

를 만족시키도록 구성되어 있다. 따라서, CD의 작동 거리의 확보가 용이해진다.

이때,

$$-0.25 < m3 < -0.05(6)$$

을 만족시키는 것이 바람직하며, CD의 작동 거리를 충분히 확보하면서 구면수차 보정을 양호하게 수행할 수 있다.

도42, 44, 45, 47, 48의 광 픽업 장치에 있어서, 대물 렌즈(14)는 아울러 제2 광 디스크에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 결상배율 $m2$ 이,

$$m2 < 0(7)$$

을 만족시키도록 구성되어 있다. 따라서, DVD의 작동 거리의 확보도 용이해진다.

이때,

$$-0.20 < m2 < -0.02(8)$$

을 만족시키는 것이 특히 바람직하며, DVD의 작동 거리를 충분히 확보하면서 구면수차 보정을 양호하게 수행할 수 있다.

다음에는 제3 실시 형태에 따른 제8 광 픽업 장치에 대하여 설명한다. 도96은 제3 실시 형태에 따른 제8 광 픽업 장치를 개략적으로 도시한 도면으로, 도42, 44, 45, 47, 48의 광 픽업 장치의 대물 렌즈(14)의 회절 렌즈의 기능과 굴절 렌즈의 기능을 각각 독립된 광학 소자로 분리하고 있다.

제8 광 픽업 장치의 대물 렌즈(100)는 반도체 레이저(11 내지 13)로부터의 광속을 각각 제1 내지 제3 광 디스크의 정보 기록면상에 집광시키기 위한 굴절형 렌즈(100a)와, 굴절형 렌즈(100a)의 광속 입사면측에 배치된 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 갖는 회절 광학 소자(100b)를 조합한 복합형 대물 렌즈이다. 굴절형 렌즈(100a)와 회절 광학 소자(100b)는 플랜지부(100c)에 의해 광축과 동축으로 일체화되고, 2차원 액추에이터(22)에 의해 일체로 트래킹 구동이나 포커싱 구동된다.

굴절형 렌즈(100a)는 하나의 렌즈군으로 구성된 단렌즈로, 파장 λ 1에서의 복합형 대물 렌즈(100)의 초점 거리를 $f1$ (mm), 파장 λ 1에서의 굴절형 렌즈(100a)의 중심 두께를 d (mm), 복합형 대물 렌즈(100)에 입사되는 파장 λ 1의 광속의 지름을 Φ 1(mm), 제3 광 디스크에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우의 작동 거리를 $fB3$ (mm)이라고 했을 때,

$$0.7 < d/f1 < 1.5(9)$$

$$2.8 < \Phi 1 < 5.8(10)$$

$$fB3 > 0.2(11)$$

을 만족시키도록 구성되어 있다.

굴절형 렌즈(100a)로는 적어도 파장 λ 1의 영역에서 수차가 보정된 비구면 렌즈를 이용할 수 있다.

또한, 회절 광학 소자(100b)의 회절 구조(100d)는 제1 광 디스크에 대한 정보의 기록 및/또는 재생에 사용되는 회절 광의 차수와 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및/또는 재생에 사용되는 회절광의 차수를 서로 달리하고, 또한 제1 광 디스크에 정보의 기록 및/또는 재생에 사용되는 회절광의 차수가 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및/또는 재생에 사용되는 회절광의 차수보다 커지도록 결정되어 있다.

회절 광학 소자(100b)의 회절 구조(100d)의 최적화의 방법은 도42, 44, 45, 47, 48의 광 픽업 장치의 대물 렌즈(14)의 회절 구조(14a)의 블레이즈 구조의 최적화 방법과 동일하므로 설명은 생략한다.

아울러, 회절 광학 소자(100b)의 회절 구조(100d)는 파장 λ B, 상기 회절 차수 n_1 에서 최적화되는 복수의 윤대의 각 위치를,

$$\Phi_b = n_1 \cdot (b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 {여기서, h 는 광축으로부터의 높이(mm), b_2, b_4, b_6, \dots 은 각각 2차, 4차, 6차, \dots 의 광로차 함수 계수(회절면 계수라고도 한다), n_1 은 회절 구조(100d)에 반도체 레이저(11)로부터의 파장 λ 1의 광속이 입사되는 경우에 발생하는 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수이다},

$$PD = \Sigma (-2 \cdot n_1 \cdot b_2)$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

를 만족시키는 정파위를 갖는 것이 바람직한데, 이를 통해 반도체 레이저(11)의 모드 호핑에 의한 굴절형 렌즈(100a)의 결상 위치의 이동을 작게 억제할 수 있다.

제8 광 픽업 장치의 대물 렌즈(100)와 같이 대물 렌즈의 회절 렌즈로서의 기능과 굴절 렌즈로서의 기능을 각각 독립된 광학 소자로 분리함으로써, 도42, 44, 45, 47, 48의 광 픽업 장치의 대물 렌즈(14)와 같이 굴절 렌즈의 광학면상에 회절 구조를 일체 형성하는 경우에 비해 회절 광학 소자(100b)를 만들기 쉽게 할 수 있다.

구체적으로는, 회절 광학 소자(100b)의 회절 구조(100d)를 평면상에 형성된 블레이즈 구조로 하면 된다. 회절 구조(100d)를 평면상에 형성하면 전자 빔 묘화법을 통해 고정밀도로 블레이즈 구조(100d)를 제작할 수 있으므로, 블레이즈의 형상 오차에 의한 회절 효율의 저하가 작은 회절 광학 소자가 얻어진다. 이 경우에 블레이즈 구조가 형성된 평면과 반대측의 광학면을 비구면으로 형성하면 더욱 고성능인 회절 광학 소자를 얻을 수 있다.

아울러, 제8 광 픽업 장치는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 투명 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈(100) 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 반도체 레이저(11)의 제조 오차에 의한 파장의 변화, 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절을 변화에 의한 구면수차의 변화를 보정하는 구면수차 보정 소자인 1축 액추에이터(21)에 의해 광축 방향으로 변이되는 콜리메이터(16)를 갖는다.

(제7 실시 형태)

도97은 제7 실시 형태에 따른 제9 광 픽업 장치를 개략적으로 도시한 도면이다. 제9 광 픽업 장치의 대물 렌즈(34)는 반도체 레이저(11)의 파장 영역에서 수차가 최소화하도록 설계된 제1 광 디스크 전용의 비구면 대물 렌즈이다.

반도체 레이저(12)를 이용하여 대물 렌즈(34)를 통해 제2 광 디스크에 기록 및/또는 재생을 수행하려면 보호 기판 두

계의 차이에 의해 보정 과잉 방향으로 구면수차가 변화하는데, 제9 광 픽업 장치에서는 반도체 레이저(12)로부터의 광만이 통과하는 광로인 반도체 레이저(12)와 편광 빔 스플리터(15) 사이의 광로중에 상술된 보정 과잉 방향으로 변화하는 구면수차를 양호하게 보정하고, 반도체 레이저(12)를 이용하여 대물 렌즈(34)를 통해 제2 광 디스크에 기록 및/또는 재생을 수행할 있도록 제1 기판 두께 차이 보정 수단인 커플링 렌즈(110)를 구비한다.

커플링 렌즈(110)의 광학면상에는 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조(110a)가 형성되어 있는데, 이 회절 구조는 입사되는 광의 파장이 짧아지는 방향으로 변화하는 경우에 구면수차가 보정 부족 방향으로 변화하는 구면수차 특성을 갖는다.

아울러, 회절 구조(110a)는 반도체 레이저(12)의 파장에 일치하는 파장에서 최적화되므로 양호한 회절 효율을 얻을 수 있다.

마찬가지로, 반도체 레이저(13)를 이용하여 대물 렌즈(34)를 통해 제3 광 디스크의 기록 및/또는 재생을 수행하려면 보호 기판 두께의 차이에 의해 보정 과잉 방향으로 구면수차가 변화하는데, 제9의 광 픽업 장치에서는 반도체 레이저(13)로부터의 광만이 통과하는 광로인 반도체 레이저(13)와 편광 빔 스플리터(17) 사이의 광로중에 상술된 보정 과잉 방향으로 변화하는 구면수차를 양호하게 보정하고, 반도체 레이저(13)를 이용하여 대물 렌즈(34)를 통해 제3 광 디스크의 기록 및/또는 재생 수행할 수 있도록 제2 기판 두께 차이 보정 수단인 커플링 렌즈(111)를 구비한다.

커플링 렌즈(111)의 광학면상에는 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조(111a)가 형성되어 있는데, 이 회절 구조는 입사되는 광의 파장이 짧아지는 방향으로 변화하는 경우에 구면수차가 보정 부족 방향으로 변화하는 구면수차 특성을 갖는다.

아울러, 회절 구조(111a)는 반도체 레이저(13)의 파장에 일치하는 파장으로 최적화되어 있으므로, 양호한 회절 효율을 얻을 수 있다.

또한, 제9 광 픽업 장치의 대물 렌즈(34)의 광학면상에는 NA1과 NA2와 NA3의 개구 제한 수단으로 도50에 도시된 바와 같은 윤대 필터가 형성되어 있는데, 이 윤대 필터는 도51에 도시된 바와 같은 파장 특성을 가지므로, 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 광 디스크의 종류에 따라 자동적으로 개구가 전환됨에 따라 광 픽업 장치의 구조를 간략화할 수 있어 비용을 대폭적으로 저감시킬 수 있다.

아울러, 제9 광 픽업 장치는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 투명 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈(34) 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 반도체 레이저(11)의 제조 오차에 의한 파장의 변화, 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절을 변화에 의한 구면수차의 변화를 보정하는 구면수차 보정 소자인 1축 액추에이터(21)에 의해 광축 방향으로 변이되는 콜리메이터(39)를 갖는다.

또한, 콜리메이터(39)의 광학면상에는 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조(39a)가 형성되어 있는데, 입사되는 광의 파장이 길어지는 방향으로 변화하는 경우에 회절 구조(39a)는 콜리메이터(39)의 백 포커스가 짧아지는 방향으로 변화하는 파장 특성을 가지므로, 콜리메이터(39)와 대물 렌즈(34)를 통과한 반도체 레이저(11)로부터의 광속은 제1 광 디스크의 정보 기록면(91)상에 대부분 색수차 없이 집광된다.

또한, 본 발명의 실시 형태에에 이용할 수 있는 대물 렌즈로는 1장의 렌즈로 구성된 대물 렌즈 이외에 2장 이상의 복수의 렌즈로 구성된 대물 렌즈도 포함된다.

다음에는 본 발명을 제9 실시예 내지 제14 실시예를 통해 더욱 구체적으로 설명한다. 각 실시예의 렌즈에서의 비구면은 광축 방향을 X축, 광축에 수직인 방향의 높이를 h, 굴절면의 곡률 반경을 r이라고 했을 때 아래의 수학식4로 나타낸다. 단, κ 를 원추 계수, A_{2i} 를 비구면 계수로 한다.

수학식 4

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)h^2/r^2}} + \sum_{i=2} A_{2i} h^{2i}$$

또한, 각 실시예에서의 회절면은 광로차 함수 Φ_b 로써 아래의 수학식5로 나타낼 수 있다. 여기서, h는 광축에 수직인 높이이며, b_{2i} 는 광로차 함수의 계수이고, n은 회절면에서 발생하는 회절광중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 차수이다.

수학식 5

$$\Phi_b = n \cdot \sum_{i=1} b_{2i} h^{2i}$$

또한, 이하의 표 또는 도면에서는 10의 누승의 표면에 E(또는 e)를 이용하여, 예를 들면 $E^{-02}(= 10^{-2})$ 와 같이 나타내는 경우가 있다.

(제9 실시예)

제9 실시예는 상술된 도42, 44, 45, 47, 48의 각 광 픽업 장치에 적용할 수 있는 대물 렌즈로, 기록 밀도가 서로 다른 3종류의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생이 가능하다. 제9 실시예의 대물 렌즈 특성을 얻음에 있어서, 제1 광 디스크(청자색 반도체 레이저를 사용하는 차세대 고밀도 광 디스크)용 제1 광원의 파장 λ_1 을 405nm, 제2 광 디스크(DVD)용 제2 광원의 파장 λ_2 를 650nm, 제3 광 디스크용(CD) 제3 광원의 파장 λ_3 을 780nm으로 하고, 제1 광 디스크의 보호 기판 두께 t_1 는 0.1mm, 제2 광 디스크의 보호 기판 두께 t_2 는 0.6mm, 제3 광 디스크의 보호 기판 두께 t_3 은 1.2mm로 하였다. 또한, 제1 내지 제3 광 디스크에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 상측 개구수 NA1, NA2, NA3으로 각각 0.85, 0.65, 0.50을 상정하고 있다.

도53 내지 도55에 도9의 대물 렌즈의 $\lambda_1 = 405nm$, $\lambda_2 = 650nm$, $\lambda_3 = 780nm$ 에서의 광로도를 도시하였다. 제9 실시예의 대물 렌즈는 광원측의 비구면상에 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 가지고 있는데, 본 명세서 중의 광로도에서 회절 구조는 생략되어 있다. 또한, 제9 실시예의 대물 렌즈는 $\lambda_1 = 405nm$ 에서는 무한 사양으로 하고, $\lambda_2 = 650nm$ 및 $\lambda_3 = 780nm$ 에서는 유한 사양으로 하였다. 이와 같이 $\lambda_2 = 650nm$ 및 $\lambda_3 = 780nm$ 에서 유한 사양으로 하여 제1 광 디스크에 비해 보호 기판 두께가 큰 제2, 제3 광 디스크에 발산 광속을 입사시키면 작동 거리(대물 렌즈 최종면과 광 디스크의 광속 입사면과의 간격)를 충분히 확보할 수 있는 동시에 회절 구조를 보정해야하는 서로 다른 종류의 광 디스크의 보호 기판 두께의 차이에 기인하여 발생하는 구면수차량을 경감시킬 수 있으므로, 이웃하는 윤대의 간격을 넓힐 수 있어 윤대 형상의 제조 오차에 따른 회절 효율의 저하를 완화시킬 수 있다.

도56에 제9 실시예의 대물 렌즈의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도57에 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도58에 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도를 도시하였다. 도56 내지 도58의 구면수차도에서 명확한 것처럼, 회절 구조의 작용에 의해 3종류의 광 디스크의 보호 기판 두께의 차이에 따라 발생하는 구면수차가 각각의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수내에서 양호하게 보정되고 있다. 또한, 1실시예의 대물 렌즈의 파면수차는,

$\lambda 1 = 405\text{nm}$, NA1 0.85, $t1 = 0.1\text{mm}$ 때 0.007λ 1rms

$\lambda 2 = 650\text{nm}$, NA2 0.65, $t2 = 0.6\text{mm}$ 때 0.003λ 2rms

$\lambda 3 = 780\text{nm}$, NA3 0.50, $t3 = 1.2\text{mm}$ 때 0.002λ 3rms

이다.

또한, 도59에 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 에 대한 다른 구면수차도를 도시하였다. 도59는 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 직경과 동등한 광속 지름의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 제9 실시예의 대물 렌즈의 구면수차도이다. 도59의 구면수차도에서 알 수 있는 것처럼, 제1 실시예의 대물 렌즈는 $\lambda 2 = 650\text{nm}$, $t2 = 0.6\text{mm}$ 의 조합에 대하여 NA2 0.65까지의 광속을 거의 무수차로 제2 광 디스크의 정보 기록면상에 집광시키고, NA2 0.65보다 외측을 통과하는 광속은 큰 구면수차(이하 "플레어"라 부른다)를 발생시킴에 따라 제2 광 디스크의 정보 기록면(92)상에 집광되지 않도록 하고 있다.

또한, 도60에 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에 대한 다른 구면수차도를 도시하였다. 도60은 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 과 NA1 0.85의 조합으로 결정되는 조리개 지름과 동등한 광속 지름인 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 의 광을 입사시킨 경우의 제9 실시예의 대물 렌즈의 구면수차도이다. 도60의 구면수차도에서 알 수 있는 것처럼, 제9 실시예의 대물 렌즈는 $\lambda 3 = 780\text{nm}$, $t3 = 1.2\text{mm}$ 의 조합에 대하여 NA3 0.50까지의 광속을 거의 무수차로 제3 광 디스크의 정보 기록면(93)상에 집광시키고, NA3 0.50보다 외측을 통과하는 광속은 플레어를 발생시킴에 따라 제3 광 디스크의 정보 기록면(93)상에 집광되지 않도록 하고 있다.

여기서 "광 디스크의 정보 기록면상에 집광한다"란, 대물 렌즈에 입사된 광속이 광 디스크의 정보 기록면상에 파면 수차가 회절 한계내(λ 를 광원의 파장으로 했을 때, 0.07λ rms 이하)의 상태로 집광되는 것을 가리킨다. 이와 같이 제2 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행할 때에 필요한 개구수보다 외측의 영역을 통과하는 광속을 플레어라고 하면 광 디스크의 정보 기록면상의 스폿이 필요 이상으로 작아지지 않으므로, 광 디스크의 보호 기판이 광축에 대하여 기운(이하 "디스크 스큐"라 한다) 경우에 발생하는 코마 수차를 작게 할 수 있음에 따라 디스크 스큐에 대한 마진을 확보할 수 있다. 아울러, 기록 밀도가 서로 다른 광 디스크에 대응하는 개구 절환 수단을 설치할 필요가 없으므로, 구조가 간단해져 바람직하다.

또한, 제9 실시예의 대물 렌즈에서는 고밀도인 차세대 제1 광 디스크로써 보호 기판 두께 $t1$ 을 0.1mm, 광원의 파장을 405nm, 상측 개구수를 0.85로 가정하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

또한, 제2 광 디스크(DVD)에 대한 상측 개구수를 0.65, 제3 광 디스크(CD)에 대한 상측 개구수를 0.50으로 하여 광학 설계를 진행하였는데, 그 이외의 사양인 광 디스크에 대해서도 본 발명은 적용이 가능하다.

또한, 본 명세서에서 "구면수차를 (양호하게) 보정한다", "파면수차를 (양호하게) 보정한다"란, 대물 렌즈에 입사되는 광속이 광 디스크의 정보 기록면상에 그 광 디스크에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수내에서 파면 수차가 회절 한계내(λ 를 광원의 파장이라고 했을 때, 0.07λ rms 이하, 보다 바람직하게는 0.05λ rms 이하,)의 상태로 집광되도록 수차를 보정하는 것을 가리킨다.

표13에 제9 실시예의 대물 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내었다. 표중에 $f1$, $f2$, $f3$ 은 각각 파장 $\lambda 1$, $\lambda 2$, $\lambda 3$ 에서의 대물 렌즈의 초점 거리, $m1$, $m2$, $m3$ 은 각각 파장 $\lambda 1$, $\lambda 2$, $\lambda 3$ 에서의 대물 렌즈의 결상배율, R 은 곡률 반경, d 는 면 간격, $NA 1$, $NA 2$, $NA 3$ 은 각각 파장 $\lambda 1$, $\lambda 2$, $\lambda 3$ 에서의 굴절율, v d 선에서의 아베수를 나타낸다.

[표13]

파장 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f1 = 2.35\text{mm}$, 상측 개구수 $NA1 = 0.85$, 결상배율 $m1 = 0$

파장 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f2 = 2.43\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.65$, 결상배율 $m2 = -0.05$

파장 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f3 = 2.45\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.50$, 결상배율 $m3 = -0.10$

면번호	$r(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	$NA1$	$NA2$	$NA3$	v_d	비고
0		$d0$ (거면)					물면
1	1.798	2.500	1.76904	1.73912	1.73324	49.3	대물 렌즈
2	45.872	$d2$ (거면)					
3	∞	$d3$ (거면)	1.41849	1.67751	1.57082	30.0	투영 거면
4	∞						

	$\lambda 1=405\text{nm}$	$\lambda 2=650\text{nm}$	$\lambda 3=780\text{nm}$
$d0$	∞	48.549	27.854
$d2$	0.100	0.800	1.200
$d3$	0.955	0.779	0.450

비구면 계수

	제1면	제2면
k	-6.1317E-01	0.5025E+00
$A1$	5.2524E-03	7.1812E-02
$A4$	-5.6832E-04	-3.9260E-02
$A6$	1.1655E-03	-1.7437E-03
$A10$	-3.1854E-04	4.7910E-03
$A14$	-2.2350E-05	-5.7167E-04
$A18$	2.6449E-05	-1.1892E-04
$A16$	-4.7277E-03	

회절면 계수

	제1면
$b3$	-2.0500E-00
$b4$	-5.5011E-04
$b6$	-1.3194E-04
$b8$	4.9446E-05
$b10$	-8.0188E-05

또한, 표13의 렌즈 데이터에서 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드화 파장)이 파장 $\lambda 1$ 과 일치함에 따라 파장 $\lambda 1$ 의 광의 회절광량이 최대가 되는데, 파장 $\lambda 2$ 를 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 파장 $\lambda 2$ 의 광의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 되고, 파장 $\lambda 3$ 를 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 파장 $\lambda 3$ 의 광의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 된다. 혹은, 파장 $\lambda 1$ 의 광의 회절광량과 파장 $\lambda 2$ 의 광의 회절광량과 파장 $\lambda 3$ 의 광의 회절광량의 균형이 잡히는 파장을 회절면 계수의 기준 파장으로 하여도 된다. 어떠한 경우든 약간의 설계 변경으로 본 발명의 광 픽업 장치에 적용 가능한 대물 렌즈로 할 수 있다.

또한, 표13의 렌즈 데이터에서 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정되는데, 2차 이상의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

(제10 실시예)

제10 실시예는 상술된 도45의 광 픽업 장치에 적용할 수 있는 집광 광학계로, 기록 밀도가 서로 다른 3종류의 광 디스크에 대한 정보의 기록 및 재생이 가능하다. 고밀도인 차세대 제1 광 디스크로는 보호 기판 두께 $t1$ 를 0.1mm, 광원의 파장 $\lambda 1$ 를 405nm, 상측 개구수 NA1을 0.85로 하고, 제2 광 디스크(DVD)로는 보호 기판 두께 $t2$ 를 0.6mm, 광원의 파장 $\lambda 2$ 를 650nm, 상측 개구수 NA2를 0.65로 하고, 제3 광 디스크(CD)로는 보호 기판 두께 $t3$ 를 1.2mm, 광원의 파장 $\lambda 3$ 를 780nm, 상측 개구수 NA3을 0.50으로 하였다.

도61에 제10 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 제10 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터{도45의 콜리메이터(29)에 대응한다.}는 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 광 디스크측의 비구면상에 형성된 동심원형의 윤대로 이루어진 회절 구조의 작용에 의해 405nm에서 파장 길이축으로 변화하는 경우에 콜리메이터의 백 포커스가 짧아지는 파장 특성을 가지고 있다. 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 405nm에서 파장 길이축으로 변화하는 경우의 콜리메이터의 백 포커스의 변화량의 부호를 동일양의 파장 변화에 대한 대물 렌즈의 백 포커스의 변화량의 부호와 역부합으로 하고, 아울러 콜리메이터의 초점 거리의 2승으로 규격화한 백 포커스의 변화량의 절대치를 동일양의 파장 변화에 대한 대물 렌즈의 초점 거리의 2승으로 규격화한 백 포커스의 변화량의 절대치와 거의 동일하게 하므로, 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 변화하는 경우의 대물 렌즈의 초점 위치의 변화를 보상할 수 있다.

도62에 제10 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda 1 = 405\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도63에 제2 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터와 대물 렌즈의 합성계의 $\lambda 1 = 405\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도를 도시하였다. 도62의 구면수차도에 도시된 것처럼, 제10 실시예의 대물 렌즈는 기준 파장 405nm에서 $\pm 10\text{nm}$ 파장이 변화하면 근축 초점 위치가 0.005mm 변화하는데, 상술된 바와 같은 파장 특성을 갖는 콜리메이터와 조합하면 도63의 구면수차도에 도시된 것처럼 기준 파장 405nm에서 $\pm 10\text{nm}$ 파장이 변화하는 경우의 근축 초점 위치의 변화량을 0.002mm 작게 할 수 있다.

또한, 청자색 반도체 레이저의 모드 호핑에 의한 파장 변화량을 $\pm 1\text{nm}$ 로 가정하면 제10 실시예의 대물 렌즈만의 계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분은 $0.160\lambda \text{ rms}$ 로 회절 한계를 넘어버리지만, 제10 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터와 대물 렌즈와의 합성계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분은 $0.001\lambda \text{ rms}$ 이하로, 파장 변화에 의한 대물 렌즈의 최량 상면 위치의 변화가 양호하게 보상되는 것을 알 수 있다.

아울러, 제10 실시예의 집광 광학계는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의

제조 오차, 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 광원의 제조 오차에 의한 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절을 변화에 의한 구면수차의 변화를 보정하는 구면수차 보정 소자{도45의 굴절을 분포 가변 소자(23)에 대응한다.}를 갖는다.

이와 같은 구면수차 보정 소자로는 굴절을 분포 가변 재료층을 가지며 전장 또는 자장 또는 온도를 인가하면 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절을 분포가 변화되는 소자를 들 수 있다. 구체적으로, 굴절을 분포 가변 재료층은 액정층이고, 이 액정층은 서로 대향하는 투명 전극과의 사이에 배치되며, 이러한 투명 전극에 전압을 인가하면 액정층의 액정 분자의 배향 상태를 전기적으로 제어하여 액정층내의 굴절을 분포를 변화시킬 수 있는 소자나, 굴절을 분포 가변 재료층은 전기 광학 재료층이고, 이 전기 광학 재료층은 서로 대향하는 투명 전극과의 사이에 배치되며, 투명 전극에 전압을 인가하면 전기 광학 재료층의 굴절을 전기적으로 제어하여 전기 광학 재료층내의 굴절을 분포를 변화시킬 수 있는 소자 등이 있다.

제10 실시예에서는 이와 같은 굴절을 분포 가변 재료층의 광축에 수직인 방향에 따른 굴절을 분포 $N(\lambda, h)$ 을, h 를 광축의 높이(mm), $N_0(\lambda)$ 를 굴절을 분포 가변 재료층의 광축상의 파장 λ 에서의 굴절율, A_{21} 를 굴절을 분포 함수 계수로 할 때,

$$N(\lambda, h) = N_0(\lambda) + \sum A_{21} \cdot h^{21} \quad (B)$$

로 표현되는 굴절을 분포 함수로 나타낼 수 있다.

표14에 광원의 제조 오차에 의한 405nm의 기준 파장에 대한 $\pm 10\text{nm}$ 의 파장 오차, 25°C 의 기준 온도에 대한 $\pm 30^\circ\text{C}$ 의 온도 변화에 따른 플라스틱 렌즈의 굴절을 변화, 제1 광 디스크의 0.1mm의 기준 보호 기판 두께에 대한 $\pm 0.02\text{mm}$ 의 제조 오차에 의해 집광 광학계에서 발생하는 구면수차의 변화를 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절을 분포를 변화시켜 보정한 결과를 나타내었다. 플라스틱 렌즈는 유리 렌즈에 비해 온도 변화에 따른 굴절을 변화가 크므로, 온도 변화시에는 플라스틱 렌즈의 굴절을 변화만을 고려하는데, 그 변화량은 $-10 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ 이다.

[표14]

	보정 이전의 파면 수차 보정	보정 이후의 파면 수차	$N_0(\lambda)$	A_0	
파장 오차	$\pm 10\text{nm}$	0.142 λ rms	0.007 λ rms	1.52897	5.8830E-04
	$\pm 10\text{nm}$	0.147 λ rms	0.010 λ rms	1.53153	-5.7880E-04
온도 변화	$\pm 30^\circ\text{C}$	0.011 λ rms	0.004 λ rms	1.53001	-5.5330E-05
	$\pm 30^\circ\text{C}$	0.013 λ rms	0.008 λ rms	1.53038	2.8830E-05
부품 기판 두께의 오차	$\pm 0.02\text{mm}$	0.188 λ rms	0.010 λ rms	1.53020	7.6570E-04
	$\pm 0.02\text{mm}$	0.191 λ rms	0.012 λ rms	1.53020	-7.7780E-04

또한, 제10 실시예의 집광 광학계에서 플라스틱 렌즈는 콜리메이터이다. 또한, 온도 변화시의 광원의 파장 변화량을 $+0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$ 로 하였다. 표14에서 어느 경우라도 양호하게 파면수차가 보정됨에 따라 0.85라는 높은 개구수를 필요로 하는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에도 항상 집광 상태가 양호한 스폿을 얻을 수 있다.

또한 표14에 있어서, 보정 이전의 파면수차는 파장 오차 혹은 온도 변화에 따른 파장 변화 및 굴절을 변화, 혹은 보호 기판 두께의 오차를 부여하는 경우에 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절을 분포를 변화시키기 이전, 즉 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절율이 한결같이 $N_0(\lambda)$ 일 때의 집광 광학계의 파면수차를 의미하며, 보정 이후의 파면수차는 파장 오차 혹은 온도 변화에 따른 파장 변화 및 굴절을 변화, 혹은 보호 기판 두께의 오차를 부여하는 경우에 굴절을 분포 가변 재료층에 2차의 굴절을 분포 함수 계수 A_{21} 와 $N_0(\lambda)$ 를 이용하여 상기 (B) 식으로 표현되는 굴절을 분포를 부여하였을 때의 집광 광학계 전체의 파면수차를 의미한다.

도64 및 도65에 제10 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$, $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도66에 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도67에 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도를 도시하였다. 제10 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈는 광원측의 비구면상에 동심원 형의 윤대 회절 구조를 가지고 있으며, 회절 구조의 작용을 통해 3종류의 광 디스크의 보호 기관 두께의 차이에 의해 발생되는 구면수차를 각각의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수내에서 양호하게 보정하고 있다. 제10 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈는 제9 실시예의 대물 렌즈와 동일한 대물 렌즈이므로, 상세한 설명은 할애한다.

또한, 제10 실시예의 집광 광학계에서는 제1 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 경우에만 굴절을 분포 가변 재료층의 광축에 수직인 방향에 따른 굴절을 분포를 변화시켜 구면수차의 변화를 보정하였는데, 제2 광 디스크 혹은 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 경우에도 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절을 분포를 변화시켜 구면수차의 변화를 보정하여도 된다.

또한, 제10 실시예의 광로도에서는 실제 광 픽업 장치의 광원과 대물 렌즈의 사이의 광로중에 배치되는 편광 빔 스플리터를 생략하고 있다. 제10 실시예의 집광 광학계에서 광원과 대물 렌즈의 사이의 비평행 광속중에 편광 빔 스플리터가 배치되면 구면수차가 발생하는데, 광원의 위치를 광축 방향으로 소정량 이동시키면 발생된 구면수차를 보정할 수 있다. 이후의 실시예에서도 마찬가지로 광원과 대물 렌즈 사이의 광로중에 배치되는 편광 빔 스플리터를 생략한다.

표15에 제10 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 에 대한 렌즈 데이터를 도시하였다. 표15의 렌즈 데이터에서 제2면의 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드화 파장)은 파장 $\lambda 1$ 과 일치한다.

[표15]

파장 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f1 = 2.35\text{mm}$, 상측 개구수 $NA1 = 0.85$, 결상배율 $m1 = 0$

면번호	r(mm)	d(mm)	NA1	NA2	NA3	vd	비고
0		6.811					광원
1	-20.532	1.500	1.52491	1.50890	1.50155	56.5	원기대어더
2	-9.209	12.000					
3	∞	1.000	1.51320	1.51452	1.51118	64.1	비구면 가변
4	∞	1.000	1.51070	1.51452	1.51118	64.1	회절면 분포
5	∞	1.000	1.51070	1.51452	1.51118	64.1	가변 재료층
6	∞	2.000					
7	1.759	2.500	1.74904	1.71812	1.71324	48.3	대물 렌즈
8	45.972	0.955					
9	∞	0.100	1.51848	1.57754	1.67082	30.0	두번째 거울
10	∞						

비구면 계수

	제1면	제2면	제3면
K	-4.0037E-31	-6.1311E-01	0.0000E+00
K4	-1.2239E-04	6.1624E-03	7.1812E-02
K6	-1.8594E-08	-5.0832E-04	-2.8280E-02
K8		1.1555E-03	-1.7437E-01
K10		-2.1854E-04	4.7919E-01
K12		-2.2390E-08	-5.7787E-04
K14		2.5449E-05	-1.1959E-04
K16		-4.7779E-08	

회절면 계수

	계수	계수
b ₂	-2.4958E-01	-2.0000E-00
b ₄		-5.8811E-04
b ₆		-1.3194E-04
b ₈		4.9486E-05
b ₁₀		-8.0188E-06

또한 표15의 렌즈 데이터에 있어서, 제2면의 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정되는데, 2차 이상의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

도16에 제10 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ 및 $\lambda_3 = 780\text{nm}$ 에 대한 렌즈 데이터를 도시하였다.

[표16]

파장 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f_2 = 2.43\text{mm}$, 상측 개구수 $\text{NA}_2 = 0.65$, 결상배율 $m_2 = -0.05$

파장 $\lambda_3 = 780\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f_3 = 2.45\text{mm}$, 상측 개구수 $\text{NA}_3 = 0.50$, 결상배율 $m_3 = -0.10$

면번호	r (mm)	d (mm)	M ₁₁	M ₁₂	M ₂₁	M ₂₂	비고
0		d0 (거울)					거울
1	∞	1.000	1.93020	1.51452	1.51118	64.1	1차 거울
2	∞	1.000	1.93020	1.51452	1.51118	64.1	2차 거울
3	∞	1.000	1.93020	1.51452	1.51118	64.1	3차 거울
4	∞	1.000					4차 거울
5	1.789	2.500	1.76904	1.73912	1.73224	49.3	내측 렌즈
6	45.872	d5 (거울)					거울
7	∞	d6 (거울)	1.81949	1.57759	1.57582	30.0	외측 거울
8	∞						

	$\lambda_2=650\text{nm}$	$\lambda_3=780\text{nm}$
d0	43.600	22.300
d5	0.890	1.209
d6	0.770	0.459

비구면 계수

	계수	계수
K	-6.1317E-01	0.0000E+00
A ₀₁	5.8324E-03	7.1817E-03
A ₀₂	-5.8812E-04	-2.8230E-02
A ₀₃	1.1555E-03	-1.7437E-03
A ₁₀	-3.1844E-04	4.7810E-03
A ₁₁	-2.2380E-05	-5.7787E-04
A ₁₂	2.8449E-05	-1.1890E-04
A ₁₃	-4.7778E-06	

회절면 계수

	계수
b ₂	-2.0000E-01
b ₄	-5.8811E-04
b ₆	-1.3194E-04
b ₈	4.9486E-05
b ₁₀	-8.0188E-06

표15 및 표16의 렌즈 데이터에 있어서, 대물 렌즈의 광원측 면(즉, 표15에서는 제7면, 표16에서는 제5면)의 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드화 파장)이 파장 λ 1과 일치하므로 파장 λ 1의 광의 회절광량이 최대가 되는데, 파장 λ 2를 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 파장 λ 2의 광의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 되고, 파장 λ 3을 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 파장 λ 3의 광의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 된다. 혹은, 파장 λ 1의 광의 회절광량과 파장 λ 2의 광의 회절광량과 파장 λ 3의 광의 회절광량의 균형이 잡히는 파장을 회절면 계수의 기준 파장으로 하여도 된다. 어떠한 경우든지 약간의 설계 변경으로 본 발명의 광 픽업 장치에 적용 가능한 집광 광학계를 구성할 수 있다.

또한, 표15 및 표16의 렌즈 데이터에 있어서, 대물 렌즈의 광원측 면의 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정하였으나, 2차 이상의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

또한, 표15 및 표16중 f_1 , f_2 , f_3 은 각각 파장 λ 1, λ 2, λ 3에서의 집광 광학계의 대물 렌즈의 초점 거리, m_1 , m_2 , m_3 은 각각 파장 λ 1, λ 2, λ 3에서의 집광 광학계의 대물 렌즈의 결상배율, R 은 곡률 반경, d 는 면 간격, $N\lambda$ 1, $N\lambda$ 2, $N\lambda$ 3은 각각 파장 λ 1, λ 2, λ 3에서의 굴절율, v d 는 d 선에서의 아베수를 나타낸다. 이후의 실시예의 렌즈 데이터의 표에서도 동일하다.

(제11 실시예)

제11 실시예는 도46의 광 픽업 장치에 적용할 수 있는 집광 광학계로, 기록 밀도가 서로 다른 3종류의 광 디스크에 대한 정보의 기록 및 재생이 가능하다. 고밀도인 차세대 제1광 디스크로는 보호 기판 두께 t_1 을 0.1mm, 광원의 파장 λ 1을 405nm, 상측 개구수 NA_1 을 0.85로 하고, 제2 광 디스크(DVD)로는 보호 기판 두께 t_2 를 0.6mm, 광원의 파장 λ 2를 650nm, 상측 개구수 NA_2 를 0.65로 하고, 제3 광 디스크(CD)로는 보호 기판 두께 t_3 을 1.2mm, 광원의 파장 λ 3을 780nm, 상측 개구수 NA_3 을 0.50으로 하였다.

도68에 제11 실시예의 집광 광학계의 λ 1 = 405nm에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도69에 제3 실시예의 집광 광학계의 λ 1 = 405nm \pm 10nm에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차를 도시하였다. 제11 실시예의 콜리메이터는 제10 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터와 마찬가지로 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 405nm로부터 장파장측으로 변화하는 경우에 광 디스크측의 비구면상에 형성된 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조의 작용에 의해 콜리메이터의 백 포커스가 짧아지는 파장 특성을 가지며, 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 변화하는 경우의 대물 렌즈의 초점 위치의 변화를 보상하고 있다. 제3 실시예의 대물 렌즈만의 계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분이 0.201 λ rms인데 비하여, 제11 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터와 대물 렌즈의 합성계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분은 0.003 λ rms로, 파장 변화에 따른 대물 렌즈의 최량 상면 위치의 변화가 양호하게 보상되는 것을 알 수 있다.

아울러, 제11 실시예의 집광 광학계는 제2 실시예의 집광 광학계와 마찬가지로 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 광원의 제조 오차에 의한 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절율 변화에 따른 구면수차의 변화를 보정하는 구면수차 보정 소자를 갖는다.

표17에 광원의 제조 오차에 의한 405nm의 기준 파장에 대한 $\pm 10\text{nm}$ 의 파장의 변화, 25°C 의 기준 온도에 대한 $\pm 30^\circ\text{C}$ 의 온도 변화에 따른 플라스틱 렌즈의 굴절율 변화, 제1 광 디스크의 0.1mm의 기준 보호 기관 두께에 대한 $\pm 0.02\text{mm}$ 의 제조 오차에 의해 집광 광학계에서 발생하는 구면수차의 변화를 구면수차 보정 소자의 굴절율 분포 가변 재료층의 굴절율 분포를 변화시켜 보정한 결과를 도시하였다.

[표17]

		보정 이전의 굴절 수차	보정 이후의 굴절 수차	NA(λ)	A1
파장 오차	+10nm	0.289 λ rms	0.011 λ rms	1.52897	9.3900E-04
	-10nm	0.315 λ rms	0.019 λ rms	1.53153	-9.3240E-04
온도 변화	+30°C	0.289 λ rms	0.021 λ rms	1.53001	9.3590E-04
	-30°C	0.314 λ rms	0.032 λ rms	1.53079	-9.3810E-04
두께 기공, 두께의 오차	+0.02mm	0.184 λ rms	0.003 λ rms	1.53020	5.9700E-04
	-0.02mm	0.202 λ rms	0.013 λ rms	1.53020	-6.0360E-04

제10 실시예과 마찬가지로 온도 변화시에는 플라스틱 렌즈의 굴절율 변화만을 고려하는데, 그 변화량은 $-10 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 이다. 또한, 제11 실시예의 집광 광학계에 있어서, 플라스틱 렌즈는 폴리메이터와 대물 렌즈이다. 또한, 온도 변화시의 광원의 파장 변화량을 $\pm 0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$ 로 하였다. 또한, 굴절율 분포 가변 재료층의 광축에 수직인 방향에 따른 굴절율 분포는 제10 실시예과 마찬가지로 (1)식으로 나타내어진다. 표5에서 어떠한 경우든 양호하게 파면수차가 보정되며, 0.85라는 높은 개구수를 필요로 하는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에도 항상 집광 상태가 양호한 스폿을 얻을 수 있다.

도70에 제11 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도71에 제11 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도72에 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도73에 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도를 도시하였다. 제3 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈는 제1 광 디스크 전용 대물 렌즈로써, $\lambda 1 = 405\text{nm}$, NA1 0.85, $t_1 = 0.1\text{mm}$, 결상배율 $m_1 = 0$ 의 조합으로 무수차가 되도록 수차 보정된 굴절 렌즈이다.

따라서, 제11 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈로 제1 광 디스크에 비하여 보호 기관 두께가 큰 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하려면 보정 과잉 방향으로 구면수차가 변화한다. 이에, 구면수차 보정 소자를 통해 보정 과잉 방향으로 변화한 구면수차를 보정하면 제1 광 디스크 전용 대물 렌즈를 이용하여 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행할 수 있다.

아울러, 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행할 때에 대물 렌즈에 발산 광속을 입사시켜 충분한 작동 거리를 확보하였다. 표18에 보호 기관 두께의 차이에 의해 변화하는 구면수차를 보정한 결과를 나타내었다. 굴절율 분포 가변 재료층의 광축에 수직인 방향에 따른 굴절율 분포는 제2 실시예와 동일하게 (1)식으로 나타내어진다. 또한, 5차 이상의 고차 구면수차를 양호하게 보정하기 위하여 2차의 굴절율 분포 계수 이외에 4차의 굴절율 분포 계수를 사용하였다.

[표18]

	보정 이전의 굴절 수차(단일 파장의 파면 수차)	NA(λ)	A2	A4
제2 광 디스크 (NA2=0.65, $\lambda 2=650\text{nm}$, $t_2=0.1\text{mm}$)	0.357 λ rms	0.001 λ rms	1.51452	-1.0260E-02
제3 광 디스크 (NA3=0.50, $\lambda 3=780\text{nm}$, $t_3=0.1\text{mm}$)	0.214 λ rms	0.002 λ rms	1.51118	-6.1790E-03

표18에서 보호 기관 두께의 차이에 의해 변화되는 구면수차가 양호하게 보정되고, 제1 광 디스크 전용 대물 렌즈를 이용하여 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 대한 정보의 기록 및 재생이 가능하다는 것을 알 수 있다.

또한, 대물 렌즈의 광학면상에는 개구 제한 수단 또는 개구 절환 수단으로써 파장 선택성이 있는 필터가 사용되고 있다. 즉, 도50에 도시된 바와 같이 대물 렌즈(34)의 광학면(34a)상에 NA1과 NA2에 대응하는 제1 윤대형 영역에 윤대 필터(41)를, NA2와 NA3에 대응하는 제2 윤대형 영역에 윤대 필터(42)를, NA3 이하의 제3 원형 영역에 원형 필터(43)를 각각 형성하고 있다. 각 필터(41 내지 43)는 각 반사율이 도51에 도시된 바와 같은 파장 의존성을 갖도록 형성되어 있다. 따라서, 예를 들면 약 650nm, 약 780nm와 같이 서로 다른 파장의 각 광속에 대하여 필요 개구수 이상의 광속을 차단하고 파장 약 405nm의 광속을 투과시키는 동시에 자동적으로 개구를 NA1과 NA2와 NA3으로 절환할 수 있다. 이러한 파장 선택성이 있는 윤대 필터를 통해 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 경우에는 필요 개구수 이상의 광속을 차단함으로써, 광 디스크의 정보 기록면상에서 원하는 스폿 지름을 얻을 수 있다.

표19에 제11 실시예의 대물 렌즈의 렌즈 데이터를 도시하였다. 표19의 렌즈 데이터에서, 제2면의 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드화 파장)은 파장 λ 1과 일치한다.

[표19]

파장 λ 1 = 405nm일 때

초점 거리 f1 = 2.65mm, 상측 개구수 NA1 = 0.85, 결상배율 m1 = 0

면번호	r (mm)	d (mm)	NA1	NA2	층 두께	비율	비고
0		16.185					물체면
1	-23.187	2.000	1.82491	1.50690	1.50255	56.5	윤대 필터
2	-18.151	13.000					
3	∞	1.000	1.53020	1.51452	1.51118	64.1	윤대 필터
4	∞	1.000	1.53020	1.51452	1.51118	64.1	윤대 필터
5	∞	1.000	1.53020	1.51452	1.51118	64.1	윤대 필터
6	∞	3.000					
7	1.694	3.165	1.82491	1.50690	1.50255	56.5	대물 렌즈
8	-2.356	0.918					
9	∞	0.100	1.61949	1.57156	1.57062	30.0	두께 기판
10	∞						

비구면 계수

	제1면	제2면	제3면
K	2.2004E+01	-6.664E-01	-2.4460E+01
A4	3.3289E-04	4.8293E-03	6.9408E-02
A6	2.0267E-05	7.8364E-04	-5.4828E-02
A8		1.0865E-04	6.8914E-03
A10		1.8401E-05	-1.4277E-03
A12		9.6210E-07	1.0143E-05
A14		3.2018E-07	2.0495E-06
A16		1.7920E-07	-3.1761E-07
A18		-2.1404E-08	
A20		-3.4835E-09	

회절면 계수

	제2면
B2	-2.4235E-07

또한, 표19의 렌즈 데이터에서 제2면의 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정되는데, 2차 이상의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

도20에 제11 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 및 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에 대한 렌즈 데이터를 도시하였다.

[표20]

파장 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f2 = 2.72\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.65$, 결상배율 $m2 = -0.10$

파장 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f3 = 2.74\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.50$, 결상배율 $m3 = -0.10$

면번호	r (mm)	d (mm)	NA1	NA2	NA3	Wd	비고
1	∞	25.000	1.6100	1.51452	1.51318	84.1	물면
2	∞	1.000	1.5100	1.51452	1.51318	84.1	초점 거리
3	∞	1.000	1.5100	1.51452	1.51318	84.1	상측 개구수
4	∞	1.000	1.5100	1.51452	1.51318	84.1	결상 배율
5	1.894	2.105	1.51491	1.50890	1.50355	58.1	대면 반사
6	-2.858	45 (기판)	1.61349	1.51756	1.51057	30.0	투과면
7	∞	45 (기판)	1.61349	1.51756	1.51057	30.0	투과면

	$\lambda 2=650\text{nm}$	$\lambda 3=780\text{nm}$
25	0.800	1.200
45	0.795	0.481

비구면 계수

	$\lambda 2=650\text{nm}$	$\lambda 3=780\text{nm}$
A1	-6.8264E-01	-2.4845E-01
A2	4.2203E-03	8.5485E-03
A3	7.2364E-04	-3.4828E-02
A4	1.0865E-04	9.8814E-03
A5	1.1601E-05	-1.4277E-03
A6	9.4720E-07	7.9143E-05
A7	3.8018E-07	2.9489E-04
A8	1.7938E-07	-3.1751E-07
A9	-2.1404E-08	
A10	-1.4886E-09	

(제12 실시예)

제12 실시예는 도47의 광 픽업 장치에 적용할 수 있는 집광 광학계로써, 기록 밀도가 서로 다른 3종류의 광 디스크에 대한 정보의 기록 및 재생이 가능하다. 고밀도인 차세대 제1광 디스크로는 보호 기판 두께 $t1$ 을 0.1mm , 광원의 파장 $\lambda 1$ 을 405nm , 상측 개구수 $NA1$ 을 0.85 로 하고, 제2 광 디스크(DVD)로는 보호 기판 두께 $t2$ 를 0.6mm , 광원의 파장 $\lambda 2$ 를 650nm , 상측 개구수 $NA2$ 를 0.65 로 하고, 제3 광 디스크(CD)로는 보호 기판 두께 $t3$ 을 1.2mm , 광원의 파장 $\lambda 3$ 을 780nm , 상측 개구수 $NA3$ 을 0.50 으로 하였다.

도74에 제12 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도75에 제12 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 1 = 405\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.85 까지의 구면수차를 도시하였다. 제12 실시예의 집광 광학계에서는 빔 익스팬더를 구성하는 정렌즈의 양면상에 형성된 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조의 작용에 의해 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 405nm 로부터 장파장측으로 변화하는 경우에 빔 익스팬더의 파워가 커지는 파장 특성을 가지므로, 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 변화하는 경우의 대물 렌즈의 초점 위치의 변화를 보상하고

있다. 제12 실시예의 대물 렌즈만의 계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분이 0.160λ rms인데 비하여, 제12 실시예의 집광 광학계의 빔 익스팬더와 대물 렌즈의 합성계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분은 0.007λ rms로, 파장 변화에 따른 대물 렌즈의 최량 상면 위치의 변화가 양호하게 보상되는 것을 알 수 있다.

아울러, 제12 실시예의 집광 광학계는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 광원의 제조 오차에 의한 파장의 변화, 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절율 변화에 따른 구면수차의 변화를 보정하기 위한 구면수차 보정 소자인 빔 익스팬더를 구성하는 부렌즈{도 47의 부 렌즈(32)와 대응한다.}를 광축 방향으로 변이 가능하게 하였다. 부렌즈를 변이시키기 위한 액추에이터로는 보이스코일형인 액추에이터나 피에조 액추에이터를 이용할 수 있다. 또한, 제12 실시예에서는 빔 익스팬더의 부렌즈를 변이 가능하게 하였는데, 변이 가능하게 하는 것은 정렌즈이어도 되고, 또한 부렌즈와 정렌즈의 양쪽이어도 된다. 아울러, 콜리메이터를 변이 가능하게 하여도 된다.

표21에 광원의 제조 오차에 의한 405nm의 기준 파장에 대한 $\pm 10\text{nm}$ 의 파장 변화, 25℃의 기준 온도에 대한 $\pm 30^\circ\text{C}$ 의 온도 변화에 따른 플라스틱 렌즈의 굴절율 변화, 제1 광 디스크의 0.1mm의 기준 보호 기판 두께에 대한 $\pm 0.02\text{mm}$ 의 제조 오차에 의해 집광 광학계에서 발생하는 구면수차의 변화를 빔 익스팬더의 부렌즈를 광축 방향을 따라 변이시켜 보정한 결과를 나타낸 것이다.

[표21]

	파장 변화	굴절율 변화	표준 편차	d5	d7
파장 변화	+10nm	0.115 Å rms	0.007 Å rms	3.183	1.817
	-10nm	0.119 Å rms	0.010 Å rms	2.802	2.198
온도 변화	+30℃	0.039 Å rms	0.008 Å rms	3.667	1.843
	-30℃	0.038 Å rms	0.009 Å rms	2.937	2.063
두께 변화	+0.02mm	0.075 Å rms	0.018 Å rms	3.308	1.894
	-0.02mm	0.151 Å rms	0.015 Å rms	2.877	2.373

온도 변화시에는 플라스틱 렌즈 및 콜리메이터의 광 디스크측의 면상에 형성되는 수지층의 굴절율의 변화만을 고려하는데, 그 변화량은 $-10 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 이다. 또한, 제12 실시예의 집광 광학계에 있어서, 플라스틱 렌즈는 빔 익스팬더의 부렌즈와 정렌즈이다. 또한, 온도 변화시의 광원의 파장 변화량을 $\pm 0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$ 로 하였다. 표21에서, 어떠한 경우든 양호하게 파면수차가 보정되며, 0.85라는 높은 개구수를 필요로 하는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에도 항상 집광 상태가 양호한 스폿을 얻을 수 있다.

또한, 표21에서 d5, d7은 각각 후술되는 표22의 가변 간격 d5, d7에 상당한다. d5 및 d7의 초기치는 각각 3.000mm, 2.000mm이다.

도76 및 도77에 제12 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$, $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도78에 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도79에 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도를 도시하였다. 제12 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈는 광원측의 비구면상에 동심원형의 윤대 회절 구조를 가지며, 이 회절 구조의 작용을 통해 3종류의 광 디스크의 보호 기판 두께 차이에 의해 발생하는 구면수차를 각각의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수내에서 양호하게 보정하고 있다. 제12 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈는 제1 실시예의 대물 렌즈와 동일한 대물 렌즈로, 그 상세한 설명은 할애한다.

표22에 제12 실시예의 집광 광학계의 렌즈 데이터를 도시하였다. 표22의 렌즈 데이터에 있어서, 제8면 및 제9면의 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드화 파장)은 파장 $\lambda 1$ 과 일치한다.

[표22]

파장 $\lambda 1 = 405\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f1 = 2.35\text{mm}$, 상측 개구수 $NA1 = 0.85$, 결상배율 $m1 = 0$

면번호	r (mm)	d (mm)	B ₁₁	NA ₂	NA ₁	μ	비고
0		4.141					광원
1	∞	0.150	1.52020	1.51452	1.51118	54.1	부위 거울
2	∞	2.000					
3	27.313	2.000	1.52491	1.50630	1.50155	55.5	
4	-0.580	0.650	1.50896	1.48982	1.48581	57.3	회절면 데이터
5	-0.561	0.5 (가변)					
6	-0.174	0.690	1.52491	1.50630	1.50155	56.6	
7	23.515	0.7 (가변)					회절면 데이터
8	∞	1.000	1.52491	1.50630	1.50155	55.5	회절면 데이터
9	-18.017	14.500					
10	-1.739	2.500	1.78904	1.73912	1.73224	49.3	내부 렌즈
11	41.872	0.853	1.51948	1.51758	1.51062	33.0	회절면 데이터
12	∞	0.100					
13	∞						

비구면 계수

	제5면	제6면	제7면	제10면	제11면
K	-1.0011E+00	-2.1258E-01	-1.1221E+01	-6.1317E-01	0.0000E+00
A4	-1.3788E-04	6.4793E-05	-2.0771E-05	8.2524E-03	7.1312E-02
A6		8.7190E-05	7.7501E-06	-5.5832E-04	-1.8250E-02
A8				1.1555E-03	-1.7437E-03
A10				-3.1834E-04	6.7810E-03
A12				-2.2150E-03	-5.7787E-04
A14				2.8449E-05	-1.1810E-04
A16				-4.7779E-05	

회절면 계수

	제5면	제6면	제10면
h ₁	-8.71890E-03	-1.09240E-02	-7.0000E-02
h ₂	-8.04840E-05	8.77150E-03	-5.5811E-04
h ₃			-1.3184E-04
h ₄			4.9488E-05
h ₅			-8.0188E-05

또한, 표22의 렌즈 데이터에 있어서, 제8면 및 제9면의 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정되는데, 2차 이상의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

도23에 제12 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 및 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에 대한 렌즈 데이터를 도시하였다.

[표23]

파장 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f2 = 2.43\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.65$, 결상배율 $m2 = -0.05$

파장 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 일 때

초점 거리 $f3 = 2.45\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.50$, 결상배율 $m3 = -0.10$

면번호	r (mm)	d (mm)	Mx1	Mx2	Mx3	Md	비고
0		d0 (가면)					전면
1	1.788	2.500	1.78904	1.73912	1.73324	42.3	대물 렌즈
2	45.872	d2 (가면)					
3	∞	d3 (가면)	1.61949	1.57786	1.57062	30.0	투영 가면
4	∞						

	$\lambda_1 = 405\text{nm}$	$\lambda_2 = 650\text{nm}$
d0	46.569	27.354
d2	0.600	1.800
d3	0.720	0.450

비구면 계수

	제1면	제2면
K	-6.1317E-01	0.0000E+00
A4	5.2524E-03	7.1812E-02
A6	-5.8532E-04	-3.8760E-02
A8	1.1555E-03	-1.7437E-03
A10	-3.1854E-04	4.7310E-03
A12	-2.2310E-05	-5.7767E-04
A14	2.6449E-05	-1.1810E-04
A16	-5.7775E-06	

회절면 계수

	제1면
B2	-2.0000E-03
B4	-5.6811E-04
B6	-1.1194E-04
B8	4.9486E-05
B10	-8.0188E-06

표22 및 표23의 렌즈 데이터에 있어서, 대물 렌즈의 광원측의 면(즉, 표22에서는 제10면, 표23에서는 제1면)의 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드화 파장)은 파장 λ_1 과 일치함에 따라 파장 λ_1 의 광의 회절광량이 최대가 되는데, 파장 λ_2 를 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 파장 λ_2 의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 되고, 파장 λ_3 을 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 파장 λ_3 의 광의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 된다. 혹은, 파장 λ_1 의 광의 회절광량과 파장 λ_2 의 광의 회절광량과 파장 λ_3 의 광의 회절광량의 균형이 잡히는 파장을 회절면 계수의 기준 파장으로 하여도 된다. 어떠한 경우든 약간의 설계 변경으로 본 발명의 광 픽업 장치에 적용 가능한 집광 광학계를 구성할 수 있다.

또한, 표22 및 표23의 렌즈 데이터에 있어서, 대물 렌즈의 광원측 면의 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정되는데, 2차 이상의 차수의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

(제13 실시예)

제13 실시예는 도48의 광 픽업 장치에 적용할 수 있는 집광 광학계로서, 기록 밀도가 서로 다른 3종류의 광 디스크에 대한 정보의 기록 및 재생이 가능하다. 고밀도인 차세대 제1 광 디스크로는 보호 기판 두께 t_1 을 0.1mm, 광원의 파장 λ_1 을 405nm, 상측 개구수 $NA1$ 을 0.85로 하고, 제2 광 디스크(DVD)로는 보호 기판 두께 t_2 를 0.6mm, 광원의 파장 λ_2 를 650nm, 상측 개구수 $NA2$ 를 0.65로 하고, 제3 광 디스크(CD)로는 보호 기판 두께 t_3 을 1.2mm, 광원의 파장

λ 3을 780nm, 상측 개구수 NA3을 0.50으로 하였다.

도80 내지 도82에 제5 실시예의 집광 광학계의 λ 1 = 405nm, λ 2 = 650nm, λ 3 = 780nm에서의 광로도를 각각 도시하였다. 또한, 도83에 제5 실시예의 집광 광학계의 λ 1 = 405 ± 10nm에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도84에 λ 2 = 650nm에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도86에 λ 1 = 405nm과 NA1 0.85와의 조합으로 결정되는 조리개 직경과 동등한 광속 지름의 λ 2 = 650nm의 광을 입사시킨 경우의 구면수차도를 도시하였다.

제13 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈는 광원측의 비구면상에 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 가지며, 이 회절 구조의 작용을 통해 제1 광 디스크와 제2 광 디스크의 보호 기판 두께의 차이에 의해 발생하는 구면수차를 각각의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수내에서 양호하게 보정하고 있다.

또한, 도86의 구면수차도에서 알 수 있는 것처럼, 제2 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행할 때에 필요 개구수보다 외측의 영역을 통과하는 광속을 플레어로 하고 있으므로, 제2 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행할 때의 개구 절환 수단은 불필요하다.

또한, 제13 실시예의 집광 광학계에서는 λ 3 = 780nm의 발산 광속을 대물 렌즈에 입사시켜 상측 개구수 0.50 이하에서의 구면수차를 보정하여 제3 광 디스크에 대한 정보의 기록 및 재생을 수행한다.

아울러, 제5 실시예의 집광 광학계 대물 렌즈의 광학면상에는 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행할 때의 개구 제한 수단인 파장 선택성이 있는 필터가 형성되어 있다. 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 경우에는 필요 개구수 이상의 광속을 파장 선택성이 있는 윤대 필터를 통해 차단한다. 따라서, 광 디스크의 정보 기록면상에서 원하는 스폿 지름을 얻을 수 있다. 파장 선택성이 있는 윤대 필터로는 도50과 같은 대물 렌즈에 있어서 반사율이 도52에 도시된 바와 같은 파장 의존성을 갖는 필터를 대물 렌즈의 광학면상에 윤대형으로 형성한 것을 들 수 있다.

또한, 제5 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 파면수차는,

λ 1 = 405nm, NA1 0.85, t_1 = 0.1mm일 때, 0.007 λ 1rms

λ 2 = 650nm, NA2 0.65, t_2 = 0.6mm일 때, 0.002 λ 2rms

λ 3 = 780nm, NA3 0.50, t_3 = 1.2mm일 때, 0.005 λ 3rms

이다.

제13 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터는 제10 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터와 마찬가지로 광 디스크측의 비구면상에 형성된 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조의 작용에 의해 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 405nm에서 장파장측으로 변화하는 경우에 콜리메이터의 백 포커스가 짧아지는 파장 특성을 가지며, 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 변화하는 경우의 대물 렌즈의 초점 위치의 변화를 보상한다. 제13 실시예의 대물 렌즈만의 계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분은 0.163 λ rms인 것에 비하여, 제13 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터와 대물 렌즈와의 합성계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분은 0.001 λ rms이며, 파장 변화에 따른 대물 렌즈의 최량 상면 위치의 변화가 양호하게 보상되는 것을 알 수 있다.

아울러, 제13 실시예의 집광 광학계는 제1 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 광원의 제조 오차에 따른 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화나 굴절율 변화에 따른 구면수차의 변화를 보정하기 위한 구면수차 보정 소자인 콜리메이터{도48의 콜리메이터(39)에 대응한다}를 광축 방향으로 변이 가능하게 하였다. 콜리메이터를 변이시키기 위한 액추에이터로는 보이스코 일형의 액추에이터나 피에조 액추에이터를 이용할 수 있다.

표24에 광원의 제조 오차에 따른 405nm의 기준 파장에 대한 $\pm 10\text{nm}$ 의 파장의 변화, 25°C 의 기준 온도에 대한 $\pm 30^\circ\text{C}$ 의 온도 변화에 따른 플라스틱 렌즈의 굴절율 변화, 제1 광 디스크의 0.1mm의 기준 보호 기판 두께에 대한 $\pm 0.02\text{mm}$ 의 제조 오차에 의해 집광 광학계에서 발생하는 구면수차의 변화를 콜리메이터를 광축 방향을 따라 변이시켜 보정한 결과를 나타낸 것이다.

[표24]

	보정 이전의 파면 수차	보정 이후의 파면 수차	d0	d2
파장 오차				
+10nm	0.143 λ rms	0.019 λ rms	9.712	15.135
-10nm	0.145 λ rms	0.019 λ rms	9.990	14.857
온도 변화				
+30 $^\circ\text{C}$	0.010 λ rms	0.008 λ rms	9.858	14.990
-30 $^\circ\text{C}$	0.013 λ rms	0.008 λ rms	9.840	15.007
두께 기판 두께의 오차				
+0.02mm	0.204 λ rms	0.013 λ rms	9.856	15.191
-0.02mm	0.207 λ rms	0.019 λ rms	10.048	14.799

온도 변화시에는 플라스틱 렌즈의 굴절율 변화만을 고려하는데, 그 변화량은 $-10 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ 이다. 또한, 제13 실시예의 집광 광학계에서 플라스틱 렌즈는 콜리메이터이다. 또한, 온도 변화시의 광원의 파장 변화량을 $+0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$ 로 하였다. 표24에서 어떠한 경우든 양호하게 파면수차가 보정되며, 0.85라는 높은 개구수를 필요로 하는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에도 항상 집광 상태가 양호한 스폿을 얻을 수 있다.

또한, 표24에서 d0, d2는 각각 후술되는 표25의 가변 간격 d0, d2에 상당한다. d0 및 d2의 초기치는 각각 9.847mm, 15.000mm이다.

표25에 제13 실시예의 대물 렌즈의 렌즈 데이터를 도시하였다. 표25의 렌즈 데이터에 있어서, 제2면의 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드파 파장)은 파장 λ 1과 일치한다.

[표25]

파장 λ 1 = 405nm일 때,

초점 거리 f1 = 2.35mm, 상측 개구수 NA1 = 0.85, 결상배율 m1 = 0

면번호	r (mm)	d (mm)	NA1	NA2	NA3	ν_d	비고
0		d0 (가변)					광원
1	-28.607	1.500	1.82481	1.50680	1.50158	56.5	출력세이너
2	-8.419	d1 (가변)					
3	9.820	2.356	1.76364	1.73612	1.73224	48.3	대물 렌즈
4	-102.819	0.689					
5	∞	0.100	1.81948	1.57758	1.57682	30.0	투영 기판
6	∞						

비구면 계수

	제2면	제3면	제4면
K	1.8825E-01	-3.8649E-01	0.0000E+00
A4	-1.4855E-04	4.6842E-03	1.0442E-01
A6		-1.1935E-05	-5.3183E-02
A8		7.3112E-04	-2.1830E-02
A10		-2.6398E-04	1.5028E-02
A12		2.8458E-05	7.8877E-03
A14		1.2402E-05	-4.5941E-03
A16		-2.7120E-05	1.0400E-03

회절면 계수

	제1면	제2면
b1	-2.5497E-02	0.0000E+00
b2		-8.4108E-04
b3		5.6523E-03
b4		-7.3391E-03
b10		1.3055E-05

또한, 표25의 렌즈 데이터에 있어서, 제2면의 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정되는데, 2차 이상의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

표26에 제13 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 및 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에 대한 렌즈 데이터를 도시하였다.

[표26]

파장 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 일 때,

초점 거리 $f2 = 2.45\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.65$, 결상배율 $m2 = -0.05$

파장 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 일 때,

초점 거리 $f3 = 2.47\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.50$, 결상배율 $m3 = -0.09$

면번호	r (mm)	d (mm)	R $\lambda 1$	NA $\lambda 2$	NA $\lambda 3$	구경	비고
0		d0 (가면)					필름
1	1.820	R.850	1.78904	1.73812	1.73324	42.3	대물 렌즈
2	-102.813	d2 (가면)					
3	∞	d3 (가면)	1.81943	1.57756	1.57062	30.0	주면 시준
4							

	$\lambda 2=650\text{nm}$	$\lambda 3=780\text{nm}$
d0	54.500	19.900
d2	0.808	1.200
d3	0.552	0.288

비구면 계수

	제1면	제2면
K	-8.3849E-01	0.0000E+00
A4	4.6682E-03	1.0443E-01
A6	-1.1925E-03	-5.3983E-02
A8	7.5113E-04	-2.3630E-02
A10	-2.6388E-04	1.8278E-02
A12	2.8458E-05	7.8877E-03
A14	1.2402E-05	-4.5941E-03
A16	-2.7120E-06	1.0400E-03

회절면 계수

	제1면
b2	0.0000E+00
b3	-8.4108E-04
b4	5.6523E-03
b9	-7.3391E-03
b10	1.3055E-05

표25 및 표26의 렌즈 데이터에 있어서, 대물 렌즈의 광원측 면(즉, 표25에서는 제3면, 제26도에서는 제1면)의 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드화 파장)은 파장 λ 1과 일치하므로 파장 λ 1의 광의 회절광량이 최대가 되는데, 파장 λ 2를 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 파장 λ 2의 광의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 되고, 파장 λ 3을 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 λ 3의 광의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 된다. 혹은, 파장 λ 1의 광의 회절광량과 파장 λ 2의 광의 회절광량과 파장 λ 3의 광의 회절광량의 균형이 잡히는 파장을 회절면 계수의 기준 파장으로 하여도 된다. 어떠한 경우는 약간의 설계 변경으로 본 발명의 광 픽업 장치에 적용 가능한 집광 광학계를 구성할 수 있다.

또한, 표25 및 표26의 렌즈 데이터에 있어서, 대물 렌즈의 광원측 면의 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정되는데, 2차 이상의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

(제14 실시예)

제14 실시예는 도49의 광 픽업 장치에 적용할 수 있는 집광 광학계로써, 기록 밀도가 서로 다른 3종류의 광 디스크에 대한 정보의 기록 및 재생이 가능하다. 고밀도인 차세대 제1 광 디스크로는 보호 기판 두께 t_1 을 0.1mm, 광원의 파장 λ 1을 405nm, 상측 개구수 NA1을 0.85로 하고, 제2 광 디스크(DVD)로는 보호 기판 두께 t_2 를 0.6mm, 광원의 파장 λ 2를 650nm, 상측 개구수 NA2를 0.65로 하고, 제3 광 디스크(CD)로는 보호 기판 두께 t_3 을 1.2mm, 광원의 파장 λ 3을 780nm, 상측 개구수 NA3을 0.50으로 하였다.

도87에 제14 실시예의 집광 광학계의 λ 1 = 405nm에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도88에 제14 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈의 λ 1 = 405 ± 10nm에 대한 개구수 0.85까지의 구면수차도를 도시하였다.

제14 실시예의 콜리메이터는 제2 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터와 마찬가지로 광 디스크측의 비구면상에 형성된 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조의 작용에 의해 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 405nm에서 장 파장측으로 변화하는 경우에 콜리메이터의 백 포커스가 짧아지는 파장 특성을 가지며, 제1 광원으로부터 사출되는 광의 파장이 변화하는 경우의 대물 렌즈의 초점 위치의 변화를 보상하고 있다.

제14 실시예의 대물 렌즈만의 계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분은 0.201 λ rms인 것에 비하여, 제14 실시예의 집광 광학계의 콜리메이터와 대물 렌즈와의 합성계에서의 모드 호핑시의 파면수차의 디포커스 성분은 0.003 λ rms이며, 파장 변화에 따른 대물 렌즈의 최량 상면 위치의 변화가 양호하게 보상되는 것을 알 수 있다.

아울러, 제14 실시예의 집광 광학계는 제1 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 하는 경우에 광 디스크의 보호 기판 두께의 제조 오차, 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 제조 오차, 광원의 제조 오차에 따른 파장의 변화 및 온도 변화나 습도 변화에 따른 대물 렌즈나 콜리메이터 등의 집광 광학계를 구성하는 광학 소자의 형상 변화 또는 굴절을 변화에 따른 구면수차의 변화를 보정하기 위한 구면수차 보정 소자인 콜리메이터를 광축 방향으로 변이 가능하게 하였다. 콜리메이터를 변이시키기 위한 액추에이터로는 보이스코일형의 액추에이터나 피에조 액추에이터를 이용할 수 있다.

표27에 광원의 제조 오차에 따른 405nm의 기준 파장에 대한 ± 10nm의 파장의 변화, 25℃의 기준 온도에 대한 ± 30℃의 온도 변화에 따른 플라스틱 렌즈의 굴절을 변화, 제1 광 디스크의 0.1mm의 기준 보호 기판 두께에 대한 ± 0.02mm의 제조 오차에 의해 집광 광학계에서 발생하는 구면수차의 변화를 콜리메이터를 광축 방향을 따라 변이시켜 보정한 결과를 나타낸 것이다.

[표27]

		보정 렌즈의 가변 수치	보정 렌즈의 가변 수치	d0	d2
파장 보정	+10nm	0.294 Å rms	0.618 Å rms	16.581	13.594
	-10nm	0.300 Å rms	0.617 Å rms	16.843	12.242
온도 보정	+20℃	0.300 Å rms	0.643 Å rms	16.858	12.829
	-20℃	0.222 Å rms	0.633 Å rms	16.852	12.212
투과 기구 부재의 보정	+0.02mm	0.185 Å rms	0.611 Å rms	15.790	13.589
	-0.02mm	0.197 Å rms	0.613 Å rms	16.891	12.594

온도 변화시에는 플라스틱 렌즈의 굴절율 변화만을 고려하는데, 그 변화량은 $-10 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ 이다. 또한, 제14 실시예의 집광 광학계에 있어서, 플라스틱 렌즈는 콜리메이터 및 대물 렌즈이다. 또한, 온도 변화시의 광원의 파장 변화량을 $+0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$ 로 하였다. 표27에서, 어떠한 경우든 양호하게 파면수차가 보정되는 것을 알 수 있으며, 0.85라는 높은 개구수를 필요로 하는 제1 광 디스크에 정보를 기록 및 재생하는 경우에도 항상 집광 상태가 양호한 스폿을 얻을 수 있다.

또한, 표27에서 d0, d2는 각각 후술되는 표28의 가변 간격 d0, d2에 상당한다. d0 및 d2의 초기치는 각각 16.185mm, 13.000mm이다.

도89에 제14 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도90에 제14 실시예의 집광 광학계의 $\lambda_3 = 780\text{nm}$ 에서의 광로도를 도시하였다. 또한, 도91에 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.65까지의 구면수차도를 도시하였다. 또한, 도92에 $\lambda_3 = 780\text{nm}$ 에 대한 개구수 0.50까지의 구면수차도를 도시하였다.

제14 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈는 제1 광 디스크 전용의 대물 렌즈로써, $\lambda_1 = 405\text{nm}$, NA1 0.85, $t_1 = 0.1\text{mm}$, 결상배율 $m = 0$ 의 조합으로 무수차가 되도록 수차 보정된 굴절 렌즈이다. 따라서, 제14 실시예의 집광 광학계의 대물 렌즈로 제1 광 디스크에 비해 보호 기판 두께가 큰 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하려면 보정 과잉 방향으로 구면수차가 변화한다. 이에, 커플링 렌즈의 광 디스크측의 비구면상에 동심원형의 복수의 윤대로 이루어진 회절 구조를 형성하고, 이 회절 구조의 작용을 통해 보정 과잉 방향으로 변화하는 구면수차를 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 데에 필요한 상측 개구수내에서 양호하게 보정하면 제1 광 디스크 전용의 대물 렌즈를 이용하여 제2 광 디스크 및 제3 광 디스크에 대한 정보의 기록 및 재생을 수행할 수 있다.

또한, 대물 렌즈의 광학면상에는 개구 수단인 파장 선택성이 있는 필터가 형성되어 있다. 제2 및 제3의 광 디스크에 정보의 기록 및 재생을 수행하는 경우에 필요 개구수 이상의 광속을 파장 선택성이 있는 윤대 필터를 통해 차단한다. 따라서, 광 디스크의 정보 기록면상에서 원하는 스폿 지름을 얻을 수 있다. 파장 선택성이 있는 윤대 필터로는 제11 실시예와 동일한 윤대 필터를 이용할 수 있다.

표28에 제14 실시예의 대물 렌즈의 렌즈 데이터를 도시하였다. 표28의 렌즈 데이터에 있어서, 제2면의 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드화 파장)은 파장 λ_1 과 일치한다.

[표28]

파장 $\lambda_1 = 405\text{nm}$ 일 때,

초점 거리 $f_1 = 2.65\text{mm}$, 상측 개구수 NA1 = 0.85, 결상배율 $m_1 = 0$

면번호	r (mm)	d (mm)	NA1	NA2	NA3	NA4	비고
0		2.650					물면
1	-21.167	2.000	1.82481	1.50890	1.50355	56.5	거울형 렌즈
2	-16.157	0.000					
3	1.694	3.100	1.82481	1.50890	1.50355	56.5	대물 렌즈
4	-2.858	0.918					
5	∞	2.709	1.87349	1.87758	1.87681	30.0	투과 기판

비구면 계수

	제2면	제3면	제4면
K	2.7000E+01	-4.6664E-01	-2.4800E+01
A4	3.3389E-04	4.3703E-03	6.5486E-02
A6	2.0267E-05	7.2364E-04	-3.4876E-02
A8		1.0831E-04	1.8874E-03
A10		1.1631E-05	-1.4277E-03
A12		9.8720E-07	7.9143E-05
A14		3.2015E-07	2.9498E-05
A16		1.7920E-07	-2.1761E-07
A18		-2.1404E-08	
A20		-2.4890E-09	

회절면 계수

	제2면
B2	-2.4785E-02

또한, 표28의 렌즈 데이터에 있어서, 제2면의 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정되는데, 2차 이상의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

표29에 제14 실시예의 집광 광학계의 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 및 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 에 대한 렌즈 데이터를 도시하였다.

[표29]

파장 $\lambda 2 = 650\text{nm}$ 일 때,

초점 거리 $f2 = 2.72\text{mm}$, 상측 개구수 $NA2 = 0.65$, 결상배율 $m2 = 0$

파장 $\lambda 3 = 780\text{nm}$ 일 때,

초점 거리 $f3 = 2.74\text{mm}$, 상측 개구수 $NA3 = 0.50$, 결상배율 $m3 = 0$

면번호	r (mm)	d (mm)	NA1	NA2	NA3	부호	비고
0		d0 (가변)					광원
1	∞	2.090	1.82491	1.50490	1.50355	56.5	거울형 렌즈
2	-6.392	13.060					
3	1.694	2.160	1.52491	1.50690	1.50354	56.5	대형 렌즈
4	-2.856	d4 (가변)					
5	∞	d5 (가변)	1.41949	1.37758	1.37082	30.0	투영 거울
6	∞						

	$\lambda 2=650\text{nm}$	$\lambda 3=780\text{nm}$
d0	9.688	9.427
d4	0.600	1.200
d5	0.744	0.388

비구면 계수

	제2면	제3면	제4면
K	-1.9371E+01	-4.6664E-01	-2.4800E+01
A4		4.3203E-03	6.5486E-02
A6		7.2364E-04	-3.4876E-02
A8		1.0865E-04	1.8814E-03
A10		1.1831E-05	-1.4277E-03
A12		9.8720E-07	7.9143E-05
A14		3.2015E-07	2.9498E-05
A16		1.7920E-07	-2.1761E-07
A18		-2.1404E-08	
A20		-2.4890E-09	

회절면 계수

제2면	
m	0.0000E+00
n	-1.9163E-03
o	8.9910E-04
p	-1.1278E-04
q	8.8844E-06

표29의 렌즈 데이터에 있어서, 제2면의 회절면 계수의 기준 파장(블레이즈드화 파장)은 파장 λ 2의 광의 회절광량과 파장 λ 3의 광의 회절광량과의 균형이 잡히도록 파장 λ 2와 파장 λ 3의 중간의 파장인 730으로 하였는데, 파장 λ 2를 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 파장 λ 2의 광의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 되고, 파장 λ 3을 회절면 계수의 기준 파장으로 하여 λ 3의 광의 회절광량이 최대가 되도록 하여도 된다. 어떠한 경우는 약간의 설계 변경으로 본 발명의 광 픽업 장치에 적용 가능한 집광 광학계를 구성할 수 있다.

또한, 표29의 렌즈 데이터에 있어서, 제2면의 회절면 계수는 1차 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 결정되는데, 2차 이상의 고차의 회절광이 다른 어떠한 차수의 회절광보다 큰 회절광량을 갖도록 하여도 된다.

또한, 본 실시예의 집광 광학계에 있어서, 커플링 렌즈의 광 디스크측의 면(표29의 제2면)의 비구면상에 표30에서 도시된 바와 같은 윤대형의 회절 구조가 형성되어 있다. 표30에서 "시점(始點) 높이"는 그 윤대의 시점의 광축으로부터의 거리, "종점 높이"는 그 윤대의 종점의 광축으로부터의 거리를 나타내며, 유효 지름 내에서의 윤대수는 36개이다.

[표30]

윤대 번호	시점 높이 (mm)	종점 높이 (mm)
1	0.000	0.601
2	0.601	0.718
3	0.718	0.798
4	0.798	0.861
5	0.861	0.913
6	0.913	0.958
7	0.958	0.998
8	0.998	1.035
9	1.035	1.068
10	1.068	1.099
11	1.099	1.128
12	1.128	1.155
13	1.155	1.180
14	1.180	1.204
15	1.204	1.227
16	1.227	1.249
17	1.249	1.270
18	1.270	1.290
19	1.290	1.310
20	1.310	1.328
21	1.328	1.346
22	1.346	1.364
23	1.364	1.381
24	1.381	1.397
25	1.397	1.413
26	1.413	1.429
27	1.429	1.444
28	1.444	1.459
29	1.459	1.473
30	1.473	1.488
31	1.488	1.501
32	1.501	1.515
33	1.515	1.528
34	1.528	1.541
35	1.541	1.554
36	1.554	1.568

표30의 회절 윤대 구조는 파장(λ B) 730nm, 회절 차수 1에서 회절 효율이 논리적으로 100%가 되도록 최적화되어 있다. 이 회절 구조는 제2 광 디스크(DVD)의 사용 파장인 파장 650nm의 광이 입사되는 경우와 제3 광 디스크(CD)의 사용 파장인 780nm의 광이 입사되는 경우에 1차 회절광이 최대의 회절광량을 갖도록 발생된다.

파장 730nm, 회절 차수 1에서 회절 구조를 최적화함으로써,

DVD(파장 650nm): 95.1%

CD(파장 780nm): 96.7%

로, 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서의 회절 효율을 얻을 수 있다.

또한, 본 명세서에서 회절 구조가 형성된 면(회절면)이란, 광학 소자의 표면, 예를 들면 렌즈의 표면에 헬리프를 설치하여 입사 광속을 회절시키는 작용을 지니게 한 면을 말하며, 동일 광학면에 회절을 발생하는 영역과 발생하지 않는 영역이 있는 경우에는 회절을 발생하는 영역을 말한다. 헬리프의 형상으로는, 예를 들면 광학 소자의 표면에 광축을 중심으로 대략 동심원형의 윤대로 형성되며, 광축을 포함하는 평면에서 그 단면을 보면 각 윤대는 톱니형 혹은 계단형과 같은 형상이 알려져 있는데, 이와 같은 형상을 포함하는 것이다.

일반적으로, 회절면으로부터는 0차 회절광, ± 1 차 회절광, ± 2 차 회절광, \dots ,으로 무수한 차수의 회절광이 생기는데, 예를 들면 상기와 같은 자오(子午) 단면이 톱니형이 되는 헬리프를 갖는 회절면의 경우에는 특정한 차수의 회절 효율을 다른 차수의 회절 효율보다 높게 하거나, 경우에 따라서는 특정한 하나의 차수(예를 들면 ± 1 차 회절광)의 회절 효율이 거의 100%가 되도록 이 헬리프 형상을 설정할 수 있다. 본 발명에서 "회절 구조가 파장 λ B, 회절 차수 n 에서 최적화되어 있다"란, 파장 λ B의 광이 입사하였을 때에 회절 차수 n 의 회절광의 회절 효율이 논리적으로 100%가 되도록 회절 구조(헬리프)의 형상을 설정하는 것을 가리킨다. 바꾸어 말하면, 다음과 같이 설명할 수 있다. "회절 구조가 파장 λ B, 회절 차수 n 에서 최적화되어 있다"란, 실제로 광학 소자(렌즈)상에 형성된 톱니형의 회절 구조(블레이즈)에서 블레이즈의 광축 방향의 단차량을 $\Delta d(\mu m)$, 블레이즈에 입사되는 광의 파장중 가장 짧은 파장(즉 본 명세서중 제1 광원이 발생하는 $\lambda 1$ 의 광의 파장)에서의 블레이즈의 굴절율을 $N\lambda \min$ 이라고 하면, Δd , $N\lambda \min$ 과 최적화 파장 $\lambda B(nm)$, 회절 차수 n 과의 사이에 다음의 관계가 성립되는 것이다.

$$\lambda B(nm) = \Delta d \times (N\lambda \min - 1) / (n \times 10^{-3})$$

상기 식에서 n 은 다음 식에 의해 산출된다.

$$n = \text{INT}(Y)$$

$$Y = \Delta d \times (N\lambda \min - 1) / (\lambda \min \times 10^{-3})$$

단, $\text{INT}(Y)$ 는 Y 를 반올림해서 얻어지는 정수이다.

여기서, 실제의 블레이즈가 제조 오차에 의한 형상 오차를 갖는 경우에는 도98과 같이 블레이즈의 이상 형상을 근사적으로 구한 경우의 광축 방향의 단차량을 Δd 로 한다.

또한, 본 명세서에서 "대물 렌즈"란, 광 정보 기록 매체(광 디스크)의 정보 기록면상에 정보의 기록 및/또는 정보 기록면의 정보를 재생하기 위한 광학계에 포함되는 광학 소자중 광 정보 기록 매체(광 디스크)와 대향하는 위치에 배치되며 광원으로부터의 광속을 광 정보 기록 매체(광 디스크)의 정보 기록면상에 집광시키기 위한 광학 소자를 가리킨다.

그리고, "하나의 렌즈군으로 구성되는 대물 렌즈"란, 광 정보 기록 매체(광 디스크)와 대향하는 위치에 배치되는 광학 소자로서, 하나의 군(1장의 광학 소자로 구성되는 경우도, 복수의 광학 소자가 접합되어 있는 경우도 포함)으로 구성된 광원으로부터의 광속을 광 정보 기록 매체(광 디스크)의 정보 기록면상에 집광시키기 위한 광학 소자를 가리킨다.

또한, 본 명세서에서 "광학 소자"와 "렌즈"는 동의이다.

또한, 대물 렌즈가 복수의 광학 소자(혹은 렌즈군)로 구성되는 경우에는 광 정보 기록 매체(광 디스크)와 대향하는 위치에 배치되는 광학 소자와, 경틀이나 플랜지 등으로 일체화된 복수의 광학 소자의 집합을 본 명세서에서의 정의에 따라 대물 렌즈라 부른다.

또한, 본 명세서에서 투명 기판 두께가 서로 다른 3종류의 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록에 하나의 렌즈군으로 구성되는 "공통의 대물 렌즈를 이용한다"란, 각각의 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에 광 정보 기록 매체에 대향하는 위치에 배치되며 광원으로부터의 광속을 광 정보 기록 매체(광 디스크)의 정보 기록면상에 집광시키기 위한 광학 소자가 동일한 광학 소자인 것을 가리키며, 이 동일한 광학 소자를 "공통의 대물 렌즈"라고 정의한다.

그리고, 임의의 특정한 투명 기판 두께를 갖는 광 정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 수행하는 경우에만 광원과 광 정보 기록 매체 사이의 광로중에 삽입되거나 광학 소자로서의 기능이 작용하는 광학 소자는 상기의 공통의 대물 렌즈에 포함되지 않는 것으로 한다.

또한, 본 명세서에서 "보호 기판" 및 "투명 기판" 및 "보호층"이란, 광 정보 기록 매체(광 디스크)의 정보 기록면을 보호하기 위하여 정보 기록면의 광속 입사면측에 형성된 광학적으로 투명한 평행 평판을 가리키며, 광원으로부터 사출된 광속은 대물 렌즈에 의해 상기 평행 평판을 통해 광 정보 기록 매체(광 디스크)의 정보 기록면상에 집광된다. 그리고, 본 명세서에서 "보호 기판 두께"란, 상기의 평행 평판의 두께를 가리키며, DVD 규격의 광 정보 기록 매체에서 보호 기판 두께는 0.6mm, CD 규격의 광 정보 기록 매체에서 보호 기판 두께는 1.2mm인데, 본 명세서에서 고밀도 DVD(제1 광 정보 기록 매체 또는 제1 광 디스크)에는 명세서중에서 일례로 들은 0.1mm의 보호 기판 두께를 갖는 광 정보 기록 매체 이외에 보호 기판 두께가 제로, 즉 평행 평판을 갖지 않는 것도 포함된다.

또한 본 명세서에 있어서, 광 정보 기록 매체(광 디스크)가 동일한 광속 입사면측에 복수의 정보 기록층을 갖는 소위 다층 디스크인 경우, "보호 기판"에는 상기 복수의 정보 기록층중 가장 광속 입사면에 가까운 정보 기록층의 정보 기록면의 광속 입사면측에 형성된 평행 평판 이외에 상기의 복수의 정보 기록층간에 형성된 중간층도 포함된다.

또한, 본 명세서에서 "기판 두께 차이 보정 수단"이란, 정보가 기록 및/또는 재생되는 광 정보 기록 매체를 서로 다른 투명 기판 두께를 갖는 광 정보 기록 매체로 교환하였을 때에(예를 들면 CD에서 DVD로의 교환하거나 고밀도 DVD에서 CD로 교환 등) 규격이 서로 다른 광 정보 기록 매체의 보호 기판 두께의 차이에 의해 정보 기록면상에서 스폿의 파면수차의 구면수차 성분이 변화하여 0.07λ rms(단, λ 는 파장이다)보다 커져버린 것을 정보를 기록 및/또는 재생할 수 있도록 그 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수내에서 0.07λ rms, 보다 바람직하게는 0.05λ rms 이하가 되도록 구면수차 성분을 보정할 수 있는 광학 소자를 가리킨다.

또한, 본 명세서에서 "기판 두께 오차 보정 수단"이란, 임의의 특정한 규격의 광 정보 기록 매체에서 광 정보 기록 매체의 제조 오차에 의해 보호 기판의 두께가 균일하지 않고 장소에 따라 차이가 있거나 및/또는 제조사나 제조기기의 차이에 의해 보호 기판의 두께에 개체차가 있는 것에 기인하여 구면수차가 발생하여 정보 기록면상에서의 스폿의 파면수차가 0.07λ rms(단, λ 는 파장이다)보다 커져버린 것을 정보를 기록 및/또는 재생할 수 있도록 그 광 정보 기록 매체

에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 데에 필요한 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수내에서 0.07λ rms, 보다 바람직하게는 0.05λ rms 이하가 되도록 구면수차 성분을 보정할 수 있는 광학 소자를 가리킨다.

또한, 본 명세서에서 "색수차 보정 수단"이란, 임의의 특정한 규격의 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행하는 데에 사용되는 광원에 있어서, 제조 오차나 온도 변화나 습도 변화 등의 환경 변화 또는 출력의 변화 등에 의해 출사되는 광의 파장의 단색성이 나쁜 경우에 대물 렌즈에서 발생하는 색수차를 보정할 수 있는 광학 소자를 가리키는데, 구체적으로는 $\pm 1\text{nm}$ 의 파장 변화에 대한 상기 광학 소자가 광원과 대물 렌즈 사이의 광로중에 배치되지 않는 경우의 대물 렌즈의 핀트 이동량을 A, 상기 광학 소자가 광원과 대물 렌즈 사이의 광로중에 배치된 경우의 대물 렌즈의 핀트 이동량을 B라고 했을 때,

$$|A| > |B|$$

를 만족시킬 수 있는 광학 소자를 가리킨다.

또한, 본 명세서에서 광 정보 기록 매체(광 디스크)의 정보 기록면상에 "양호한 파면을 형성한다"란, 파장을 λ 로 한 경우에 파면수차가 0.07λ 이하, 보다 바람직하게는 0.05λ 이하의 상태로 집광될 수 있는 것을 가리킨다.

또한, 본 명세서에서의 "플레이어"는 이하와 같이 정의된다. 제i 광 정보 기록 매체($i = 1$ 또는 2 또는 3)에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 때의 파장을 λ_i , 대물 렌즈의 상측 개구수를 NA_i 라고 한다. 제j 광 정보 기록 매체($j = 2$ 또는 3)에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 때에 다음의 2가지 조건중 어느 하나(보다 바람직하게는 양쪽)가 만족될 때에 NA_j 보다 외측을 통과하고, 제j 광 정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달하는 광속을 "플레이어"로 한다.

제1 조건은 NA_1 과 λ_1 로 결정되는 조리개 모두를 통과하는 파장 λ_j 의 광속중 NA_j 보다 외측을 통과하는 광속의 정보 기록면상에서의 구면수차의 최대치가 $10\mu\text{m}$ 보다 크고, 또한 NA_j 에서의 구면수차가 $5\mu\text{m}$ 보다 작은 경우이다.

제2 조건은 NA_1 과 λ_1 로 결정되는 조리개 모두를 통과하는 파장 λ_i 의 광속의 정보 기록면상에서의 파면수차가 $0.07\lambda_i$ 보다 크고, 또한 NA_j 이내에서 정보 기록면상에서의 파면수차가 $0.07\lambda_j$ 보다 작은 경우이다.

상기 제1 조건 및/또는 제2 조건에서 구면수차는 NA_j 에서 연속되어 있어도 되고, NA_j 에서 불연속이어도 된다.

또한, 본 명세서에서 정보의 기록 및 재생이란, 상기와 같은 광 정보 기록 매체의 정보 기록면상에 정보를 기록하는 것, 정보 기록면상에 기록된 정보를 재생하는 것을 말한다. 본 발명의 집광 광학계는 기록만 혹은 재생만을 수행하기 위하여 이용되는 것이어도 되고, 기록 및 재생의 양쪽을 수행하기 위하여 이용되는 것이어도 된다. 또한, 임의의 광 정보 기록 매체에 기록을 수행하고, 다른 광 정보 기록 매체에 재생을 수행하기 위하여 이용되는 것이어도 되며, 임의의 광 정보 기록 매체에 기록 또는 재생을 수행하고, 다른 광 정보 기록 매체에 기록 및 재생을 수행하기 위하여 이용되는 것이어도 된다. 또한, 여기서 말하는 재생이란, 단순히 정보를 판독하는 것을 포함하는 것이다.

또한, 본 명세서에서 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께 모두가 동일한 값인 경우, 즉 제1 광 정보 기록 매체 내지 제3 광 정보 기록 매체 모두가 동일한 두께의 보호 기관을 가지고 있는 경우에는 본 발명의 과제가 없어 본 발명의 기술적 범위에는 속하지 않는 것으로 한다.

발명의 효과

본 발명의 광 픽업 장치에 따르면, 규격(기록 미도)이 다른 예를 들면 고밀도 DVD, DVD, CD와 같은 3종류의 광 디스크의 상호 호환을 공통의 대물 렌즈를 이용하여 달성할 수 있는 광 픽업 장치를 제공할 수 있다. 또한, CD와 같은 보호 기관 두께가 두꺼운 광 디스크에 대하여 작동 거리가 충분히 확보된 광 픽업 장치를 제공할 수 있다.

또한, 규격(기록 밀도)이 다른 예를 들면 고밀도 DVD, DVD, CD와 같은 3종류의 광 디스크의 상호 호환을 회절 광학 소자와 대물 렌즈를 사용하여 달성하여 각각의 광 디스크의 사용 파장 영역에서 충분한 광량의 이용 효율을 얻을 수 있는 광 픽업 장치를 제공할 수 있다.

또한, 규격(기록 밀도)이 다른 예를 들면 고밀도 DVD, DVD, CD와 같은 3종류의 광 디스크의 상호 호환을 공통의 대물 렌즈를 사용하여 달성하여 고밀도 DVD와 같은 고기록 밀도의 광 디스크를 기록 및/또는 재생하는 경우에 문제가 되는 광원의 단색성의 단점에 기인하는 색수차, 온도 변화나 습도 변화 등의 환경 변화에 따라 플라스틱 렌즈에서 발생되는 구면수차, 보호 기판 두께의 제조 오차에 기인하는 구면수차를 양호하게 보정할 수 있어 안정된 고밀도 DVD와 같은 고기록 밀도의 광 디스크의 기록 및/또는 재생을 수행할 수 있는 광 픽업 장치를 제공할 수 있다.

또한, 상술된 광 픽업 장치에 이용할 수 있는 대물 렌즈, 기판 두께 차이 보정 수단, 색수차 보정 수단, 기판 두께 오차 보정 수단, 개구 제한/절환 수단, 회절 광학 소자 및 광학 소자를 제공할 수 있다.

아울러, 상술된 광 픽업 장치를 이용하여 규격(기록 밀도)이 다른 3종류의 광 정보 기록 매체에 정보의 기록 및/또는 재생을 수행할 수 있는 기록·재생 장치를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기판 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기판 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기판 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치용 복합형 대물 렌즈이며,

상기 복합형 대물 렌즈는 굴절형 렌즈와, 상기 굴절형 렌즈의 광속 입사면측에 배치되어 적어도 1개의 광학면 상에 동심원형인 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조를 갖는 회절 광학 소자로 구성된 복합형 대물 렌즈이며,

상기 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장(λ_1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 ,

상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장(λ_2)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 ,

상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장(λ_3)의 제3 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 ,

상기 파장(λ_1)의 광속에 의해 상기 제1 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 복합형 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 ,

상기 파장(λ_2)의 광속에 의해 상기 제2 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 복합형 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 ,

상기 파장(λ_3)의 광속에 의해 상기 제3 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 복합형 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 으로 할 때,

$$|n_1| > |n_2|$$

또한

$$|n_1| > |n_3|$$

을 만족시키는 동시에,

상기 복합형 대물 렌즈는 상기 제1 광속의 n_1 차 회절광을 상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA1) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있고, 상기 제2 광속의 n_2 차 회절광을 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA2) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있고, 상기 제3 광속의 n_3 차 회절광을 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA3) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 2.

파장(λ 1)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ 2) (λ 1 < λ 2)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ 3) (λ 2 < λ 3)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치용 복합형 대물 렌즈이며,

상기 복합형 대물 렌즈는 굴절형 렌즈와 상기 굴절형 렌즈의 광속 입사면측에 배치된 회절 광학 소자로 구성된 복합형 대물 렌즈이며,

상기 파장(λ 1)의 광속에 의해 상기 제1 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 복합형 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA1,

상기 파장(λ 2)의 광속에 의해 상기 제2 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 복합형 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA2,

상기 파장(λ 3)의 광속에 의해 상기 제3 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 복합형 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA3이라 할 때,

상기 회절 광학 소자의 적어도 1개의 광학면은 상기 제1 내지 제3 광정보 기록 매체의 모두에 대해 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 이용되는 상기 개구수(NA3) 내에 대응하는 공통 영역과, 상기 공통 영역보다도 주변측에 위치하여 적어도 상기 제1 광정보 기록 매체에 대해 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 이용되는 주변 영역의 적어도 2개의 영역으로 이루어지고,

상기 공통 영역에는 동심원형인 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조가 형성되고,

상기 공통 영역에 형성된 회절 구조에 광원으로부터의 파장(λ 1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 ,

상기 공통 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장(λ_2)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 ,

상기 공통 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장(λ_3)의 제3 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 이라 할 때,

$$|n_1| > |n_2|$$

또한

$$|n_1| > |n_3|$$

을 만족시키는 동시에,

상기 복합형 대물 렌즈는 상기 공통 영역에서 발생하는 상기 제1 광속의 n_1 차 회절광을 상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광하고, 상기 공통 영역에서 발생하는 상기 제2 광속의 n_2 차 회절광을 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광하고, 상기 공통 영역에서 발생하는 상기 제3 광속의 n_3 차 회절광을 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광하는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 차수(n_1 내지 n_3)는 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$|n_2| = \text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2)$$

$$|n_3| = \text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3)$$

$$|n_1| > |n_2| \geq |n_3|$$

단, n_1 은 0, ± 1 이외의 정수이고, $\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2)$ 는 $\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2$ 를 반올림하여 얻게 되는 정수이고, $\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3)$ 는 $\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3$ 을 반올림하여 얻게 되는 정수이다.

청구항 4.

제3항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$|\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2) - (\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2)| < 0.4$$

$$|\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3) - (\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3)| < 0.4$$

청구항 5.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 구조에 입사하는 상기 파장($\lambda 1$)의 입사 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda 1)$, 상기 $I_{IN}(\lambda 1)$ 의 광량을 갖는 상기 파장($\lambda 1$)의 입사 광속이 상기 회절 구조를 통과한 후의 출사 광속의 광량을 $I_{OUT}(\lambda 1)$, 상기 회절 구조에 입사하는 상기 파장($\lambda 2$)의 입사 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda 2)$, 상기 $I_{IN}(\lambda 2)$ 의 광량을 갖는 상기 파장($\lambda 2$)의 입사 광속이 상기 회절 구조를 통과한 후의 출사 광속의 광량을 $I_{OUT}(\lambda 2)$, 상기 회절 구조에 입사하는 상기 파장($\lambda 3$)의 입사 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda 3)$, 상기 $I_{IN}(\lambda 3)$ 의 광량을 갖는 상기 파장($\lambda 3$)의 입사 광속이 상기 회절 구조를 통과한 후의 출사 광속의 광량을 $I_{OUT}(\lambda 3)$ 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$I_{OUT}(\lambda 1)/I_{IN}(\lambda 1) > 0.7$$

$$I_{OUT}(\lambda 2)/I_{IN}(\lambda 2) > 0.7$$

$$I_{OUT}(\lambda 3)/I_{IN}(\lambda 3) > 0.7$$

청구항 6.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 구조는 파장(λB), 상기 회절 차수($n1$)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$380 \text{ nm} < \lambda 1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda 2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$$

$$340 \text{ nm} < \lambda B < 440 \text{ nm}$$

$$|n1| = 2$$

$$|n2| = 1$$

$$|n3| = 1$$

청구항 7.

제6항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$350 \text{ nm} < \lambda B < 420 \text{ nm}$$

청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈는 상기 파장($\lambda 1$)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때에, 구면 수차가 보정 파인 방향으로 변화하는 구면 수차의 파장 의존성을 갖는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈는 상기 파장($\lambda 1$)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때에, 후방 포커스가 짧아지는 방향으로 변화하는 축상 색수차의 파장 의존성을 갖고, 상기 파장($\lambda 1$)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때의 후방 포커스의 변화량을 ΔCA , 상기 파장($\lambda 1$)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때의 상기 개구수($NA1$)에 대응하는 한계 광선의 변화량을 ΔSA 로 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$-1 < \Delta CA/\Delta SA < 0$$

청구항 10.

제6항에 있어서, 파장(λ B), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화된 상기 회절 구조의 상기 복수 링의 각 위치를,

$$\Phi_b = |n_1| \cdot (b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 [여기서, h 는 광축으로부터의 높이(mm), b_2, b_4, b_6, \dots 은 각각 2차, 4차, 6차 ...의 광로차 함수 계수(회절면 계수라고도 함)임],

$$PD = \sum (-2 \cdot |n_1| \cdot b_2)$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

청구항 11.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 구조는 파장(λ B), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$380 \text{ nm} < \lambda_1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda_2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$$

$$400 \text{ nm} < \lambda_B < 430 \text{ nm}$$

$$|n_1| = 6$$

$$|n_2| = 4$$

$$|n_3| = 3$$

청구항 12.

제11항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$405 \text{ nm} < \lambda_B < 425 \text{ nm}$$

청구항 13.

제11항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈는 상기 파장(λ_1)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때에 구면 수차가 보정 부족 방향으로 변화하는 구면 수차의 파장 의존성을 갖는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈는 상기 파장(λ_1)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때에 후방 포커스가 길어지는 방향으로 변화하는 측상 색수차의 파장 의존성을 갖고, 상기 파장(λ_1)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때의 후방 포커스의 변화량을 ΔCA , 상기 파장(λ_1)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때의 상기 개구수(NA1)에 대응하는 한계 광선의 변화량을 ΔSA 라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$-1 < \Delta CA / \Delta SA < 0$$

청구항 15.

제11항에 있어서, 파장(λ_B), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화된 상기 회절 구조의 상기 복수의 링의 각 위치를,

$$\Phi_b = |n_1| \cdot (b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 [여기서, h 는 광축으로부터의 높이(mm), b_2, b_4, b_6, \dots 은 각각 2차, 4차, 6차 ...의 광로차 함수 계수(회절면 계수라고도 함)임],

$$PD = \sum (-2 \cdot |n_1| \cdot b_2)$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$-5.0 \times 10^{-2} < PD < 2.0 \times 10^{-2}$$

청구항 16.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 구조는 파장(λ_B), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$380 \text{ nm} < \lambda_1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda_2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$$

$$390 \text{ nm} < \lambda_B < 420 \text{ nm}$$

$$|n_1| = 8$$

$$|n_2| = 5$$

$$|n_3| = 4$$

청구항 17.

제16항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$395 \text{ nm} < \lambda_B < 415 \text{ nm}$$

청구항 18.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 굴절형 렌즈의 근축 파워를 $P1(\text{mm}^{-1})$, 상기 회절 광학 소자의 근축 파워를 $P2(\text{mm}^{-1})$ 로 했을 때, 다음 식

$$|P1/P2| \leq 0.2$$

를 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 19.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 광학 소자를 투과하여 상기 굴절형 렌즈에 입사하는 광속의 한계 광선이 수렴 광선인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 20.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 구조는 평면 상에 형성된 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 21.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 구조는 비구면 상에 형성된 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 22.

제1항 또는 제2항에 있어서, 적어도 2개의 광학면 상에 상기 회절 구조가 형성된 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 23.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 광학 소자는 플라스틱 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 24.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 굴절형 렌즈는 플라스틱 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 25.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 굴절형 렌즈는 유리 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 26.

제25항에 있어서, 상기 유리 재료는 전이점(Tg)이 400 ℃ 이하인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 27.

제1항 또는 제2항에 있어서, 광속을 규제하는 조리개가 상기 회절 광학 소자의 상기 굴절형 렌즈측에 위치하는 광학면과, 상기 굴절형 렌즈의 상기 회절 광학 소자측에 위치하는 광학면 사이에 배치된 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 28.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 굴절형 렌즈는 소정의 결상 배율 m, 상기 파장(λ 1), 상기 제1 보호 기판 두께(t1), 상기 상측 개구수(NA1)의 조합에 대해 그 파면 수차의 rms치가 0.07λ 1 rms 이하가 되도록 수차 보정되어 있는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 29.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회절 광학 소자는 상기 굴절형 렌즈와 일체가 되어 트래킹 구동되는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 30.

제29항에 있어서, 상기 회절 광학 소자와 상기 굴절형 렌즈는 각각 광학면과 일체로 성형된 플랜지부를 갖고, 상기 각각의 플랜지부가 끼워 맞추어짐으로써, 상기 회절 광학 소자와 상기 굴절형 렌즈가 일체화되는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 31.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 굴절형 렌즈는 1개의 렌즈군으로 구성된 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 32.

제31항에 있어서, 상기 굴절형 렌즈와 상기 회절 광학 소자를 갖춘 상기 복합형 대물 렌즈 전체 시스템의 상기 파장(λ 1)에 있어서의 초점 거리를 $f1(mm)$, 상기 굴절형 렌즈의 중심 두께를 $d(mm)$, 상기 복합형 대물 렌즈에 입사하는 상기 파장(λ 1)의 광속의 직경을 $\phi 1(mm)$, 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 복합형 대물 렌즈의 작동 거리를 $fB3(mm)$ 으로 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$0.7 < d/f1 < 1.5$$

$$2.8 < \phi 1 < 5.8$$

$$fB3 > 0.2$$

청구항 33.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 복합형 대물 렌즈의 결상 배율을 $m3$ 로 한 경우에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$m3 < 0$$

청구항 34.

제33항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$0.25 < m3 < -0.05$$

청구항 35.

제33항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈에 의해 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광된 광축 상에 배치된 상기 제3 광원으로부터의 광속의 파면 수차를 상기 상측 개구수($NA3$) 내에서 측정했을 때의 코마 수차 성분인 rms 치와, 상기 복합형 대물 렌즈에 의해 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광된 광축으로부터 그 수직 방향으로 $0.2 mm$ 떨어진 위치에 배치된 상기 제3 광원으로부터의 광속의 파면 수차를 상기 상측 개구수($NA3$) 내에서 측정했을 때의 코마 수차 성분인 rms 치와의 차가 0.07λ 3 rms 보다 작은 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 36.

제33항에 있어서, 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 복합형 대물 렌즈의 결상 배율을 $m2$ 로 한 경우에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$m2 < 0$$

청구항 37.

제36항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$-0.20 < m2 < -0.02$$

청구항 38.

제36항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈에 의해 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광된 광축 상에 배치된 상기 제2 광원으로부터의 광속의 파면 수차를 상기 상측 개구수(NA2) 내에서 측정했을 때의 코마 수차 성분인 rms치와, 상기 복합형 대물 렌즈에 의해 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광된 광축으로부터 그 수직 방향으로 0.2 mm 떨어진 위치에 배치된 상기 제2 광원으로부터의 광속의 파면 수차를 상기 상측 개구수(NA2) 내에서 측정했을 때의 코마 수차 성분인 rms치와의 차가 0.07λ 2 rms보다 작은 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 39.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 상측 개구수(NA1 및 NA2)는,

$$NA1 > NA2$$

를 만족시키는 동시에, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2) 내에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 2)의 광속은 상기 상측 개구수(NA2) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서, 파면 수차의 rms치가 0.07λ 2 rms보다 작은 상태이고, 또한 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 2)의 광속은 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하는 동시에, 상기 파장(λ 2)의 광속은 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서, 파면 수차의 rms치가 0.07λ 2 rms보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 40.

제39항에 있어서, 상기 파장(λ 2)의 광속은 상기 상측 개구수(NA2) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서, 파면 수차의 rms치가 0.05λ 2 rms보다 작은 상태이고, 또한 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차의 rms치가 0.20λ 2 rms보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 41.

제39항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2) 내에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 2) 광속의 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에서의 구면 수차와, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 2) 광속의 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에서의 구면 수차는 상기 상측 개구수(NA2)에 있어서 불연속인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 42.

제39항에 있어서, 상기 회절 구조가 형성된 상기 회절 광학 소자의 광학면에 있어서, 상기 상측 개구수(NA2) 내에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장(λ 2)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수와, 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장(λ 2)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수는 서로 다른 차수이며,

상기 상측 개구수(NA2) 내에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조와, 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조는 서로 다른 파장과 서로 다른 차수로 최적화되어 있는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 43.

제39항에 있어서, 상기 회절 구조가 형성된 상기 회절 광학 소자의 광학면에 있어서, 상기 상측 개구수(NA2 내지 NT 1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조는 파장(λ 1), 소정의 회절 차수로 최적화되어 있는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 44.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈는,

$$NA1 > NA2$$

를 만족시키는 동시에, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 2)의 광속을 차단하여, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 2)의 광속이 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하지 않도록 하는 것이 가능한 개구 제한 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 45.

제44항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 1)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 2)의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 46.

제44항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 복합형 대물 렌즈의 광학면 상에 형성된 파장 선택 필터인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 47.

제39항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈의 상측 개구수(NA1, NA2, NA3)는,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 상측 개구수(NA3) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서, 파면 수차의 rms치

가 0.07λ 3 rms보다 작은 상태이고, 또한 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하는 동시에, 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차의 rms치가 0.07λ 3 rms보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 48.

제47항에 있어서, 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 상측 개구수(NA3) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차인 rms치가 0.05λ 3 rms보다 작은 상태이고, 또한 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차의 rms치가 0.20λ 3 rms보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 49.

제47항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 3) 광속의 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에서의 구면 수차와, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 3) 광속의 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에서의 구면 수차는 상기 상측 개구수(NA3)에 있어서 불연속인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 50.

제47항에 있어서, 상기 회절 구조가 형성된 상기 회절 광학 소자의 광학면에 있어서, 상기 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장(λ 3)의 제3 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수와, 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장(λ 3)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수는 서로 다른 차수이며,

상기 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조와, 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조는 서로 다른 파장과 서로 다른 차수로 최적화되어 있는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 51.

제47항에 있어서, 상기 회절 구조가 형성된 상기 회절 광학 소자의 광학면에 있어서, 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조는 파장(λ 1), 소정의 회절 차수로 최적화되어 있는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 52.

제39항에 있어서, 상기 복합형 대물 렌즈는,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 3)의 광속을 차단하여 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 3)의 광속이 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하지 않도록 하는 것이 가능한 개구 제한 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 53.

제52항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 1)의 광속과 파장(λ 2)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 복합형 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 3)의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 54.

제52항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 복합형 대물 렌즈의 광학면 상에 형성된 파장 선택 필터인 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

청구항 55.

제1항 또는 제2항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 복합형 대물 렌즈.

$$380 \text{ nm} < \lambda 1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda 2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$$

$$0.0 \leq t1 < 0.3$$

$$0.5 \leq t2 < 0.7$$

$$1.0 \leq t3 < 1.3$$

$$0.99 > NA1 \geq 0.70$$

$$0.70 > NA2 \geq 0.55$$

$$0.55 > NA3 \geq 0.40$$

청구항 56.

제1항 또는 제2항에 기재된 복합형 대물 렌즈에 적용 가능한 것을 특징으로 하는 회절 광학 소자.

청구항 57.

파장(λ 1)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께($t1$)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ 2) ($\lambda 1 < \lambda 2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t2 \geq t1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ 3) ($\lambda 2 < \lambda 3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t3 \geq t2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치이며, 제1항 또는 제2항에 기재된 복합형 대물 렌즈를 구비한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 58.

제57항에 기재된 광픽업 장치를 탑재한 것을 특징으로 하는 음성 및/또는 화상의 기록 장치 및/또는 음성 및/또는 화상의 재생 장치.

청구항 59.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기판 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기판 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기판 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치용 대물 렌즈이며,

상기 대물 렌즈는 적어도 1개의 광학면 상에 동심원형인 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조를 갖고,

상기 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장(λ_1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 ,

상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장(λ_2)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 ,

상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장(λ_3)의 제3 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 ,

상기 파장(λ_1)의 광속에 의해 상기 제1 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 ,

상기 파장(λ_2)의 광속에 의해 상기 제2 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 ,

상기 파장(λ_3)의 광속에 의해 상기 제3 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 으로 할 때,

$$|n_1| > |n_2|$$

또한

$$|n_1| > |n_3|$$

을 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈는 상기 제1 광속인 n_1 차 회절광을 상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA_1) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있고, 상기 제2 광속인 n_2 차 회절광을 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA_2) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있고, 상기 제3 광속인 n_3 차 회절광을 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA_3) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 60.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치용 대물 렌즈이며,

상기 파장(λ_1)의 광속에 의해 상기 제1 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 ,

상기 파장(λ_2)의 광속에 의해 상기 제2 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 ,

상기 파장(λ_3)의 광속에 의해 상기 제3 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 으로 할 때,

상기 대물 렌즈의 적어도 1개의 광학면은 상기 제1 내지 제3 광정보 기록 매체의 전부에 대해 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 이용되는 상기 개구수(NA_3) 내에 대응하는 공통 영역과, 상기 공통 영역보다도 주변측에 위치하여 적어도 상기 제1 광정보 기록 매체에 대해 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 이용되는 주변 영역의 적어도 2개의 영역로 이루어지고,

상기 공통 영역에는 동심원형인 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조가 형성되고,

상기 공통 영역에 형성된 회절 구조에 광원으로부터의 파장(λ_1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 ,

상기 공통 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장(λ_2)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 ,

상기 공통 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장(λ_3)의 제3 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 으로 할 때,

$$|n_1| > |n_2|$$

또한

$$|n_1| > |n_3|$$

을 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈는 상기 공통 영역에서 발생하는 상기 제1 광속의 n_1 차 회절광을 상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광하고, 상기 공통 영역에서 발생하는 상기 제2 광속의 n_2 차 회절광을 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광하고, 상기 공통 영역에서 발생하는 상기 제3 광속의 n_3 차 회절광을 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광하는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 61.

제59항 또는 제60항에 있어서, 상기 회절 차수(n_1 내지 n_3)는 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$|n_2| = \text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2)$$

$$|n_3| = \text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3)$$

$$|n_1| > |n_2| \geq |n_3|$$

단, n_1 은 0, ± 1 이외의 정수로, $\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2)$ 는 $\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2$ 를 반올림하여 얻게 되는 정수이고, $\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3)$ 는 $\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3$ 을 반올림하여 얻게 되는 정수이다.

청구항 62.

제61항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$|\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2) - (\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2)| < 0.4$$

$$|\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3) - (\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3)| < 0.4$$

청구항 63.

제59항 또는 제60항에 있어서, 상기 회절 구조에 입사하는 상기 파장(λ_1)의 입사 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda_1)$, 상기 $I_{IN}(\lambda_1)$ 의 광량을 갖는 상기 파장(λ_1)의 입사 광속이 상기 회절 구조를 통과한 후의 출사 광속의 광량을 $I_{OUT}(\lambda_1)$, 상기 회절 구조에 입사하는 상기 파장(λ_2)의 입사 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda_2)$, 상기 $I_{IN}(\lambda_2)$ 의 광량을 갖는 상기 파장(λ_2)의 입사 광속이 상기 회절 구조를 통과한 후의 출사 광속의 광량을 $I_{OUT}(\lambda_2)$, 상기 회절 구조에 입사하는 상기 파장(λ_3)의 입사 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda_3)$, 상기 $I_{IN}(\lambda_3)$ 의 광량을 갖는 상기 파장(λ_3)의 입사 광속이 상기 회절 구조를 통과한 후의 출사 광속의 광량을 $I_{OUT}(\lambda_3)$ 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$I_{OUT}(\lambda_1) / I_{IN}(\lambda_1) > 0.7$$

$$I_{OUT}(\lambda_2) / I_{IN}(\lambda_2) > 0.7$$

$$I_{OUT}(\lambda_3) / I_{IN}(\lambda_3) > 0.7$$

청구항 64.

제59항 또는 제60항에 있어서, 상기 회절 구조는 파장(λ_B), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$380 \text{ nm} < \lambda_1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda_2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$$

$$340 \text{ nm} < \lambda_B < 440 \text{ nm}$$

$$|n_1| = 2$$

$$|n_2| = 1$$

$$|n_3| = 1$$

청구항 65.

제64항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$350 \text{ nm} < \lambda_B < 420 \text{ nm}$$

청구항 66.

제64항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 상기 파장(λ_1)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때에, 구면 수차가 보정 파인 방향으로 변화하는 구면 수차의 파장 의존성을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 67.

제66항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 상기 파장(λ_1)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때에, 후방 포커스가 짧아지는 방향으로 변화하는 축상 색수차의 파장 의존성을 갖고, 상기 파장(λ_1)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때의 후방 포커스 변화량을 ΔCA , 상기 파장(λ_1)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때의 상기 개구수(NA1)에 대응하는 한계 광선의 변화량을 ΔSA 라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$-1 < \Delta CA / \Delta SA < 0$$

청구항 68.

제64항에 있어서, 파장(λ_B), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화된 상기 회절 구조의 상기 복수의 링의 각 위치를,

$$\Phi_b = |n_1| \cdot (b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 [여기서, h 는 광축으로부터의 높이(mm), b_2, b_4, b_6, \dots 는 각각 2차, 4차, 6차, ...의 광로차 함수 계수(회절면 계수라고도 함)임],

$PD = \sum (-2 \cdot |n_1| \cdot b_2)$ 에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$0.5 \times 10^{-2} < PD < 5.0 \times 10^{-2}$$

청구항 69.

제59항 또는 제60항에 있어서, 상기 회절 구조는 파장(λ_B), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$380 \text{ nm} < \lambda_1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda_2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$$

$$400 \text{ nm} < \lambda B < 430 \text{ nm}$$

$$|n1| = 6$$

$$|n2| = 4$$

$$|n3| = 3$$

청구항 70.

제69항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$405 \text{ nm} < \lambda B < 425 \text{ nm}$$

청구항 71.

제69항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 상기 파장($\lambda 1$)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때에, 구면 수차가 보정 부족 방향으로 변화하는 구면 수차의 파장 의존성을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 72.

제71항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 상기 파장($\lambda 1$)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때에, 후방 포커스가 길어지는 방향으로 변화하는 축상 색수차의 파장 의존성을 갖고, 상기 파장($\lambda 1$)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때의 후방 포커스의 변화량을 ΔCA , 상기 파장($\lambda 1$)보다 5 nm 긴 파장의 빛이 입사했을 때의 상기 개구수(NA1)에 대응하는 한계 광선의 변화량을 ΔSA 라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$-1 < \Delta CA / \Delta SA < 0$$

청구항 73.

제69항에 있어서, 파장(λB), 상기 회절 차수($n1$)로 최적화된 상기 회절 구조의 상기 복수의 링의 각 위치를,

$$\Phi_b = |n1| \cdot (b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에 [여기서, h 는 광축으로부터의 높이(mm), b_2, b_4, b_6, \dots 는 각각 2차, 4차, 6차, ...의 광로차 함수 계수(회절면 계수라고도 함)임],

$$PD = \sum (-2 \cdot |n1| \cdot b_2)$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$-5.0 \times 10^{-2} < PD < 2.0 \times 10^{-2}$$

청구항 74.

제59항 또는 제60항에 있어서, 상기 회절 구조는 파장(λB), 상기 회절 차수($n1$)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$380 \text{ nm} < \lambda 1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda_2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$$

$$390 \text{ nm} < \lambda_B < 420 \text{ nm}$$

$$|n_1| = 8$$

$$|n_2| = 5$$

$$|n_3| = 4$$

청구항 75.

제74항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$395 \text{ nm} < \lambda_B < 415 \text{ nm}$$

청구항 76.

제59항 또는 제60항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 1개의 렌즈군으로 구성된 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 77.

제76항에 있어서, 상기 대물 렌즈의 상기 파장(λ_1)에 있어서의 초점 거리를 $f_1(\text{mm})$, 중심 두께를 $d(\text{mm})$, 상기 대물 렌즈에 입사하는 상기 파장(λ_1)의 광속 직경을 $\phi_1(\text{mm})$, 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 작동 거리를 $f_{B3}(\text{mm})$ 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$0.7 < d/f_1 < 1.5$$

$$2.8 < \phi_1 < 5.8$$

$$f_{B3} > 0.2$$

청구항 78.

제59항 또는 제60항에 있어서, 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_3 이라 한 경우에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$m_3 < 0$$

청구항 79.

제78항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$-0.25 < m_3 < -0.05$$

청구항 80.

제78항에 있어서, 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_2 라 한 경우에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$m_2 < 0$$

청구항 81.

제80항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$-0.20 < m_2 < -0.02$$

청구항 82.

제59항 또는 제60항에 있어서, 상기 상측 개구수(NA_1 및 NA_2)는,

$$NA_1 > NA_2$$

를 만족시키는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA_2) 내에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ_2)의 광속은 상기 상측 개구수(NA_2) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차의 rms치가 $0.07 \lambda_2$ rms보다 작은 상태이고, 또한 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA_2 내지 NA_1)에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ_2)의 광속은 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하는 동시에, 상기 파장(λ_2)의 광속은 상기 상측 개구수(NA_1) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차의 rms치가 $0.07 \lambda_2$ rms보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 83.

제82항에 있어서, 상기 파장(λ_2)의 광속은 상기 상측 개구수(NA_2) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서, 파면 수차의 rms치가 $0.05 \lambda_2$ rms보다 작은 상태이고, 또한 상기 상측 개구수(NA_1) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차의 rms치가 $0.20 \lambda_2$ rms보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 84.

제82항에 있어서, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA_2) 내에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ_2)의 광속의 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에서의 구면 수차와, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA_2 내지 NA_1)에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ_2)의 광속의 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에서의 구면 수차는 상기 상측 개구수(NA_2)에 있어서 불연속인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 85.

제82항에 있어서, 상기 회절 구조가 형성된 상기 대물 렌즈의 광학면에 있어서, 상기 상측 개구수(NA_2) 내에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조에, 상기 제1 광원으로부터의 파장(λ_1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수와, 상기 상측 개구수(NA_2 내지 NA_1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장(λ_1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수는 서로 다른 차수이며,

상기 상측 개구수(NA2) 내에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조와, 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조는 서로 다른 파장과 서로 다른 차수로 최적화되어 있는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 86.

제82항에 있어서, 상기 회절 구조가 형성된 상기 대물 렌즈의 광학면에 있어서, 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조는 파장(λ 1), 소정의 회절 차수로 최적화되어 있는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 87.

제59항 또는 제60항에 있어서, 상기 대물 렌즈는,

$$NA1 > NA2$$

를 만족시키는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 2)의 광속을 차단하고, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 2)의 광속이 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하지 않도록 하는 것이 가능한 개구 제한 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 88.

제87항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 1)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 2)의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 89.

제87항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 광학면 상에 형성된 파장 선택 필터인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 90.

제82항에 있어서, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA1, NA2, NA3)는,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 상측 개구수(NA3) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서, 파면 수차의 rms치가 0.07λ 3 rms치보다 작은 상태이고, 또한 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하는 동시에, 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차의 rms치가 0.07λ 3 rms보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 91.

제90항에 있어서, 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 상측 개구수(NA3) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차의 rms치가 0.05λ 3 rms보다 작은 상태이고, 또한 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차의 rms치가 0.20λ 3 rms보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 92.

제90항에 있어서, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 3)의 광속의 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에서의 구면 수차와, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역을 통과한 상기 파장(λ 3)의 광속의 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에서의 구면 수차는 상기 상측 개구수(NA3)에 있어서 불연속인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 93.

제90항에 있어서, 상기 회절 구조가 형성된 상기 대물 렌즈의 광학면에 있어서, 상기 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장(λ 1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수와, 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장(λ 1)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수는 서로 다른 차수이며,

상기 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조와, 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조는 서로 다른 파장과 서로 다른 차수로 최적화되어 있는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 94.

제90항에 있어서, 상기 회절 구조가 형성된 상기 대물 렌즈의 광학면에 있어서, 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 형성된 회절 구조는 파장(λ 1), 소정의 회절 차수로 최적화되어 있는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 95.

제82항에 있어서, 상기 대물 렌즈는,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 3)의 광속을 차단하여, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 3)의 광속이 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하지 않도록 하는 것이 가능한 개구 제한 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 96.

제95항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 1)의 광속과 파장(λ 2)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 3)의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 97.

제94항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 광학면 상에 형성된 파장 선택 필터인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 98.

제59항 또는 제60항에 있어서, 플라스틱 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 99.

제59항 또는 제60항에 있어서, 유리 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 100.

제99항에 있어서, 상기 유리 재료는 전이점(Tg)이 400 °C 이하인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 101.

제59항 또는 제60항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$380 \text{ nm} < \lambda 1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda 2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$$

$$0.0 \leq t1 < 0.3$$

$$0.5 \leq t2 < 0.7$$

$$1.0 \leq t3 < 1.3$$

$$0.99 > NA1 \geq 0.70$$

$$0.70 > NA2 \geq 0.55$$

$$1.55 > NA3 \geq 0.40$$

청구항 102.

파장($\lambda 1$)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께($t1$)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장($\lambda 2$)($\lambda 1 < \lambda 2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t2 \geq t1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장($\lambda 3$)($\lambda 2 < \lambda 3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t3 \geq t2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치이며, 제59항 또는 제60항에 기재된 대물 렌즈를 구비한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 103.

제102항에 기재된 광픽업 장치를 탑재한 것을 특징으로 하는 음성 및/또는 화상의 기록 장치 및/또는 음성 및/또는 화상의 재생 장치.

청구항 104.

파장($\lambda 1$)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께($t1$)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보

의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치용 대물 렌즈이며,

상기 광픽업 장치는 상기 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께의 차에 기인하여 변화하는 구면 수차를 보정하기 위한 기관 두께차 보정 수단을 갖고,

상기 파장(λ_1)의 광속에 의해 상기 제1 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 ,

상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_1 이라 한 경우에,

상기 대물 렌즈는 상기 파장(λ_1), 상기 제1 보호 기관 두께(t_1), 상기 상측 개구수(NA_1), 상기 결상 배율 m_1 의 조합에 있어서, 구면 수차가 최소에 있도록 최적화된 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 105.

제104항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 굴절형 렌즈인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 106.

제104항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 1개의 렌즈군으로 구성된 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 107.

제106항에 있어서, 상기 대물 렌즈의 상기 파장(λ_1)에 있어서의 초점 거리를 $f_1(\text{mm})$, 중심 두께를 $d(\text{mm})$, 상기 대물 렌즈에 입사하는 상기 파장(λ_1)의 광속 직경을 $\phi_1(\text{mm})$, 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 작동 거리를 $f_{B3}(\text{mm})$ 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$0.7 < d/f_1 < 1.5$$

$$2.8 < \phi_1 < 5.8$$

$$f_{B3} > 0.2$$

청구항 108.

제104항에 있어서, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA_1 , NA_2)는,

$$NA_1 > NA_2$$

를 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA_2 내지 NA_1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ_2)의 광속을 차단하고, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA_2 내지 NA_1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ_2)의 광속이 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하지 않도록 하는 것이 가능한 개구 제한 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 109.

제108항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 1)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 2)의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 110.

제104항에 있어서, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA1, NA2, NA3)는,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에,

상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 3)의 광속을 차단하여, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 상기 파장(λ 3)의 광속이 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하지 않도록 하는 것이 가능한 개구 제한 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 111.

제110항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 1)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역에 입사하는 파장(λ 3)의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 112.

제108항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 광학면 상에 형성된 파장 선택 필터인 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 113.

제104항에 있어서, 플라스틱 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 114.

제104항에 있어서, 유리 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

청구항 115.

제104항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 대물 렌즈.

$$380 \text{ nm} < \lambda 1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda 2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$$

$$0.0 \text{ mm} \leq t1 < 0.3 \text{ mm}$$

$$0.5 \text{ mm} < t_2 < 0.7 \text{ mm}$$

$$1.0 \text{ mm} < t_3 < 1.3 \text{ mm}$$

$$0.99 > NA_1 \geq 0.70$$

$$0.70 > NA_2 \geq 0.55$$

$$0.55 > NA_3 \geq 0.40$$

청구항 116.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 > t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 > t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치이며, 제104항에 기재된 대물 렌즈를 구비한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 117.

제116항에 기재된 광픽업 장치를 탑재한 것을 특징으로 하는 음성 및/또는 화상의 기록 장치 및/또는 음성 및/또는 화상의 재생 장치.

청구항 118.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 제1 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 제2 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 제3 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 또한 상기 제1 광정보 기록 매체 내지 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 대해 공통의 대물 렌즈를 이용하는 광픽업 장치용 광학 소자이며,

상기 광학 소자의 입사 동공면을 광축 근방으로부터 외측을 향해 차례로 제1 광속 영역, 제2 광속 영역, 제3 광속 영역의 고리형인 3개의 광속 영역으로 분할한 경우에, 상기 각 광속 영역에 입사한 광속이 통과하는 상기 광학 소자의 영역을 각각 광축 근방으로부터 외측을 향해 차례로 제1 광학 영역, 제2 광학 영역, 제3 광학 영역이라 했을 때,

상기 제1 광학 영역에 입사한 상기 제1 내지 제3 광속은 각각 상기 제1 내지 제3 광정보 기록 매체의 각 정보 기록면 상에 양호한 파면을 형성하도록 집광하고,

또한, 상기 제2 광학 영역에 입사한 상기 제1 및 제2 광속은 각각 상기 제1 및 제2 광정보 기록 매체의 각 정보 기록면 상에 양호한 파면을 형성하도록 집광하지만, 상기 제2 광학 영역에 입사한 상기 제3 광속은 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 양호한 파면을 형성하지 않고,

또한, 상기 제3 광학 영역에 입사한 상기 제1 광속은 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 양호한 파면을 형성하도록 집광하지만, 상기 제3 광학 영역에 입사한 상기 제2 및 제3 광속은 각각 상기 제2 및 제3 광정보 기록 매체의 각 정보 기록면 상에 양호한 파면을 형성하지 않은 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 119.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 제1 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 제2 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 제3 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 또한 상기 제1 광정보 기록 매체 내지 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 대해 공통의 대물 렌즈를 이용하는 광픽업 장치용 광학 소자이며,

상기 광학 소자의 입사 동공면을 광축 근방으로부터 외측을 향해 차례로 제1 광속 영역, 제2 광속 영역, 제3 광속 영역의 링형의 3개의 광속 영역으로 분할한 경우에, 상기 각 광속 영역에 입사한 광속이 통과하는 상기 광학 소자의 영역을 각각 광축 근방으로부터 외측을 향해 차례로 제1 광학 영역, 제2 광학 영역, 제3 광학 영역이라 했을 때,

상기 제1 광학 영역에 입사한 상기 제1 내지 제3 광속은 각각 상기 제1 내지 제3 광정보 기록 매체의 각 정보 기록면 상에 양호한 파면을 형성하도록 집광하고,

또한, 상기 제2 광학 영역에 입사한 상기 제1 및 제2 광속은 각각 상기 제1 및 제2 광정보 기록 매체의 각 정보 기록면 상에 양호한 파면을 형성하도록 집광하지만, 상기 제2 광학 영역에 입사한 상기 제3 광속은 차단되어 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달하지 않고,

또한, 상기 제3 광학 영역에 입사한 상기 제1 광속은 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 양호한 파면을 형성하도록 집광하지만, 상기 제3 광학 영역에 입사한 상기 제2 광속은 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 양호한 파면을 형성하지 않는 동시에, 상기 제3 광학 영역에 입사한 상기 제3 광속은 차단되어 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달하지 않은 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 120.

제119항에 있어서, 상기 제2 및 제3 광학 영역에 입사한 상기 제3 광속이 차단되어 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달하지 않도록 할 수 있는 광속 차단 수단을 갖는 광픽업 장치에 이용되는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 121.

제120항에 있어서, 상기 광속 차단 수단은 상기 광학 소자의 광학면 상에 형성된 파장 선택 필터인 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 122.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 제1 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 제2 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 제3 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 또한 상기 제1 광정보 기록 매체 내지 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 대해 공통의 대물 렌즈를 이용하는 광픽업 장치용 광학 소자이며,

상기 광학 소자의 입사 동공면을 광축 근방으로부터 외측을 향해 차례로 제1 광속 영역, 제2 광속 영역, 제3 광속 영역의 링형의 3개의 광속 영역으로 분할한 경우에, 상기 각 광속 영역에 입사한 광속이 통과하는 상기 광학 소자의 영역을 각각 광축 근방으로부터 외측을 향해 차례로 제1 광학 영역, 제2 광학 영역, 제3 광학 영역이라 했을 때,

상기 제1 광학 영역에 입사한 상기 제1 내지 제3 광속은 각각 상기 제1 내지 제3 광정보 기록 매체의 각 정보 기록면에 양호한 파면을 형성하도록 집광하고,

또한, 상기 제2 광학 영역에 입사한 상기 제1 및 제2 광속은 각각 상기 제1 및 제2 광정보 기록 매체의 각 정보 기록면에 양호한 파면을 형성하도록 집광하지만, 상기 제2 광학 영역에 입사한 상기 제3 광속은 차단되어 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달하지 않고,

또한, 상기 제3 광학 영역에 입사한 상기 제1 광속은 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면에 양호한 파면을 형성하도록 집광하지만, 상기 제3 광학 영역에 입사한 상기 제2 및 제3 광속은 동시에 차단되어 각각 상기 제2 및 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달하지 않는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 123.

제122항에 있어서, 제2 및 제3 광학 영역에 입사한 상기 제3 광속이 차단되어 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달하지 않도록 하는 동시에, 상기 제3 광학 영역에 입사한 상기 제2 광속이 차단되어 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면에 도달하지 않도록 할 수 있는 광속 차단 수단을 갖는 광픽업 장치에 이용되는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 124.

제123항에 있어서, 상기 광속 차단 수단은 상기 광학 소자의 광학면 상에 형성된 파장 선택 필터인 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 125.

제118항, 제119항 또는 제122항에 있어서, 상기 광학 소자는 상기 대물 렌즈인 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 126.

제118항, 제119항 또는 제122항에 있어서, 상기 광학 소자는 상기 대물 렌즈의 광속 입사면측에 배치된 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 127.

제126항에 있어서, 상기 광학 소자는 상기 대물 렌즈와 일체가 되어 트래킹 구동되는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 128.

제118항, 제119항 또는 제122항에 있어서, 상기 제1 광속을 이용하여 상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행할 때의 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 ,

상기 제2 광속을 이용하여 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행할 때의 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 ($NA_2 < NA_1$),

상기 제3 광속을 이용하여 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행할 때의 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 이라 할 때,

다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

$$NA_2 = N_2 \cdot \sin \theta_2$$

$$NA3 = N3 \cdot \sin \theta 3$$

단,

$\sin \theta 2$: 상기 제2 광속 중, 상기 제2 광학 영역의 최주변을 통과한 광선의 상기 대물 렌즈 최종면으로부터의 광축을 기준으로 하여 측정한 출사각 $\theta 2(\text{deg})$ 의 절대치인 정현

$\sin \theta 3$: 상기 제3 광속 중, 상기 제1 광학 영역의 최주변을 통과한 광선의 상기 대물 렌즈 최종면으로부터의 광축을 기준으로 하여 측정한 출사각 $\theta 3(\text{deg})$ 의 절대치인 정현

$N2$: 상기 대물 렌즈의 상측 공간의 상기 파장($\lambda 2$)에 있어서의 굴절율

$N3$: 상기 대물 렌즈의 상측 공간의 상기 파장($\lambda 3$)에 있어서의 굴절율

청구항 129.

제128항에 있어서, 상기 제1 내지 제3 광학 영역 중, 적어도 1개의 광학 영역에는 동심원형인 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조가 형성된 것을 특징으로 하는 광학 소자.

청구항 130.

제129항에 있어서, 상기 제 i 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $ni1$,

상기 제 i 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $ni2$ 라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

$$|ni1| > |ni2| \quad (\text{단, } i \text{는 } 1 \text{ 또는 } 2 \text{ 또는 } 3)$$

청구항 131.

제130항에 있어서, 상기 제 i 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $ni1$,

상기 제 i 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제3 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $ni3$ 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

$$|ni1| > |ni3| \quad (\text{단, } i \text{는 } 1 \text{ 또는 } 2 \text{ 또는 } 3)$$

청구항 132.

제129항에 있어서, 상기 제2 및 제3 광학 영역에는 각각 동심원형인 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조가 형성되고,

상기 제2 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $n21$,

상기 제3 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조에 상기 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 $n31$ 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

$$|n31| > |n21|$$

청구항 133.

제132항에 있어서, 상기 제2 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조는 상기 회절 차수(n_{21})와 파장(λ_{B2})으로 최적화되고, 또한 상기 제3 광학 영역에 형성된 상기 회절 구조는 상기 회절 차수(n_{31})와 파장(λ_{B3})으로 최적화되어 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

$$\lambda_{B2} \neq \lambda_{B3}$$

청구항 134.

제129항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 회절 광학 소자.

$$380 \text{ nm} < \lambda_1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda_2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$$

청구항 135.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 제1 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 제2 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 > t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 제3 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 > t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 또한 상기 제1 광정보 기록 매체 내지 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 대해 공통의 대물 렌즈를 이용하는 광픽업 장치이며, 제118항, 제119항, 또는 제122항에 기재된 광학 소자를 구비한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 136.

제135항에 기재된 광픽업 장치를 탑재한 것을 특징으로 하는 음성 및/또는 화상의 기록 장치 및/또는 음성 및/또는 화상의 재생 장치.

청구항 137.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기관 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda_1 < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기관 두께($t_2 \geq t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기관 두께($t_3 \geq t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치이며,

상기 광픽업 장치는 상기 제1 광정보 기록 매체 내지 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 대해 공통의 대물 렌즈를 이용하고,

상기 광픽업 장치는 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로 중에 배치된 상기 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께의 차에 기인하여 변화하는 구면 수차를 보정하기 위한 기관 두께차 보정 수단을 갖고,

상기 기관 두께차 보정 수단은 동심 원형인 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조를 갖는 회절 광학 소자이며, 상기 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장(λ 1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 , 상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장(λ 2)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 , 상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장(λ 3)의 제3 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 이라 할 때,

$$|n_1| > |n_2|$$

또한

$$|n_1| > |n_3|$$

을 만족시키는 동시에,

상기 파장(λ 1)의 광속에 의해 상기 제1 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_1 , 상기 파장(λ 2)의 광속에 의해 상기 제2 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_2 , 상기 파장(λ 3)의 광속에 의해 상기 제3 광정보 기록 매체에 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 NA_3 이라 할 때,

상기 대물 렌즈는 상기 제1 광속의 n_1 차 회절광을 상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA_1) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있고, 상기 제2 광속의 n_2 차 회절광을 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA_2) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있고, 상기 제3 광속의 n_3 차 회절광을 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위해, 상기 개구수(NA_3) 내에서 양호한 파면을 형성하도록 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광할 수 있는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 138.

제137항에 있어서, 상기 회절 구조가 파장(λ B), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$300 \text{ nm} < \lambda B < 500 \text{ nm}$$

청구항 139.

제137항에 있어서, 상기 회절 구조가 파장(λ B), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$380 \text{ nm} < \lambda 1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda 2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$$

$$340 \text{ nm} < \lambda B < 440 \text{ nm}$$

$$|n_1| = 2$$

$$|n_2| = 1$$

$$|n_3| = 1$$

청구항 140.

제139항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$350 \text{ nm} < \lambda B < 420 \text{ nm}$$

청구항 141.

제137항에 있어서, 상기 회절 구조가 파장(λB), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$380 \text{ nm} < \lambda 1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda 2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$$

$$400 \text{ nm} < \lambda B < 430 \text{ nm}$$

$$|n_1| = 6$$

$$|n_2| = 4$$

$$|n_3| = 3$$

청구항 142.

제141항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$405 \text{ nm} < \lambda B < 425 \text{ nm}$$

청구항 143.

제137항에 있어서, 상기 회절 구조는 파장(λB), 상기 회절 차수(n_1)로 최적화되어 있는 동시에, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$380 \text{ nm} < \lambda 1 < 420 \text{ nm}$$

$$630 \text{ nm} < \lambda 2 < 670 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$$

$$390 \text{ nm} < \lambda B < 420 \text{ nm}$$

$$|n1| = 8$$

$$|n2| = 5$$

$$|n3| = 4$$

청구항 144.

제143항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$395 \text{ nm} < \lambda B < 415 \text{ nm}$$

청구항 145.

제137항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 굴절형 대물 렌즈이며, 상기 굴절형 대물 렌즈의 광속 입사측에 상기 회절 광학 소자가 배치되는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 146.

제145항에 있어서, 상기 회절 구조는 평면 상에 형성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 147.

제145항에 있어서, 상기 회절 구조는 비구면 상에 형성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 148.

제145항에 있어서, 상기 광학 소자는 상기 굴절형 대물 렌즈와 일체가 되어 트래킹 구동되는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 149.

제137항에 있어서, 상기 회절 광학 소자는 상기 대물 렌즈와 일체로 형성되고, 상기 회절 구조는 상기 대물 렌즈의 광속 입사측의 광학면을 포함하여 적어도 1개의 광학면 상에 형성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 150.

제137항에 있어서, 상기 상측 개구수(NA1 내지 NA3)는,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키는 동시에,

상기 광픽업 장치는 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로 중에 배치된 NA1 과 NA2와 NA3의 개구 제한 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 151.

제150항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈와 일체가 되어 트래킹 구동되는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 152.

제150항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 기관 두께차 보정 수단과 동일한 회절 광학 소자이며, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역을 통과한 상기 파장(λ 2)의 광속은 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하는 동시에, 상기 파장(λ 2)의 광속은 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차가 0.07λ 2보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 153.

제152항에 있어서, 파장(λ 2)의 광속은 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차가 0.20λ 2보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 154.

제152항에 있어서, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역을 통과한 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하는 동시에, 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차가 0.07λ 3보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 155.

제154항에 있어서, 상기 파장(λ 3)의 광속은 상기 상측 개구수(NA1) 내에서 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 있어서 파면 수차가 0.20λ 3보다 큰 상태인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 156.

제150항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사하는 상기 파장(λ 2)의 광속을 차단하여, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사하는 상기 파장(λ 2)의 광속이 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하지 않도록 하는 것이 가능한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 157.

제156항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 1)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 2)의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 158.

제150항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사하는 상기 파장(λ 3)의 광속을 차단하여, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사하는 상기 파장(λ 3)의 광속이 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상까지 도달하지 않도록 하는 것이 가능한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 159.

제158항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA_3 내지 NA_1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사하는 파장(λ_1)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상기 상측 개구수(NA_3 내지 NA_1)에 대응하는 상기 개구 제한 수단의 영역에 입사하는 파장(λ_3)의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 160.

제156항에 있어서, 상기 개구 제한 수단은 상기 대물 렌즈의 광학면 상에 형성된 파장 선택 필터인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 161.

파장(λ_1)의 제1 광원으로부터의 광속을 이용하여 제1 보호 기판 두께(t_1)를 갖는 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_2)($\lambda < \lambda_2$)의 제2 광원으로부터의 광속을 이용하여 제2 보호 기판 두께($t_2 > t_1$)를 갖는 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고, 파장(λ_3)($\lambda_2 < \lambda_3$)의 제3 광원으로부터의 광속을 이용하여 제3 보호 기판 두께($t_3 > t_2$)를 갖는 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치이며,

상기 제1 광정보 기록 매체 내지 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록에 대해 1개의 렌즈군으로 구성되는 공통의 대물 렌즈를 이용하고,

상기 제1 보호 기판 두께 내지 제3 보호 기판 두께의 차에 기인하여 변화하는 구면 수차를 보정하기 위한 기판 두께차 보정 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 162.

제161항에 있어서, 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 상기 기판 두께차 보정 수단을 배치하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 163.

제161항에 있어서, 상기 기판 두께차 보정 수단은 상기 제2 광원 및 상기 제3 광원으로부터의 각 광속이 함께 통과하고, 또한 상기 제1 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 배치되는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 164.

제161항에 있어서, 상기 기판 두께차 보정 수단은 상기 제2 광원으로부터의 광속만이 통과하고, 또한 상기 제1 광원 및 상기 제3 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 배치된 제1 기판 두께차 보정 수단과, 상기 제3 광원으로부터의 광속만이 통과하고, 또한 상기 제1 광원 및 상기 제2 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 배치된 제2 기판 두께차 보정 수단으로 구성되는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 165.

제161항에 있어서, 상기 제1 광정보 기록 매체 내지 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 각각 NA_1 , NA_2 , NA_3 이라 했을 때, 상기 제1 광원의 파장(λ)

1), 상기 제2 광원의 파장(λ_2), 상기 제3 광원의 파장(λ_3), 상기 제1 보호 기판 두께(t_1), 상기 제2 보호 기판 두께(t_2), 상기 제3 보호 기판 두께(t_3) 및 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수(NA_1, NA_2, NA_3)가 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$350 \text{ nm} < \lambda_1 < 550 \text{ nm}$$

$$600 \text{ nm} < \lambda_2 < 700 \text{ nm}$$

$$700 \text{ nm} < \lambda_3 < 850 \text{ nm}$$

$$0.0 \text{ mm} \leq t_1 < 0.3 \text{ mm}$$

$$0.5 \text{ mm} < t_2 < 0.7 \text{ mm}$$

$$1.0 \text{ mm} < t_3 < 1.3 \text{ mm}$$

$$0.99 > NA_1 \geq 0.80$$

$$0.80 > NA_2 \geq 0.55$$

$$0.55 > NA_3 \geq 0.40$$

청구항 166.

제165항에 있어서, 상기 대물 렌즈의 상기 파장(λ_1)에 있어서의 초점 거리를 $f_1(\text{mm})$, 중심 두께를 $d(\text{mm})$, 상기 대물 렌즈에 입사하는 상기 파장(λ_1)의 광속 직경을 $\phi_1(\text{mm})$, 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 작동 거리를 $f_{B3}(\text{mm})$ 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$0.7 < d/f_1 < 1.5$$

$$2.8 < \phi_1 < 5.8$$

$$f_{B3} > 0.2$$

청구항 167.

제165항에 있어서, 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_3 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$-1 < m_3 < 0$$

청구항 168.

제165항에 있어서, 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_2 라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$-1 < m_2 < 0$$

청구항 169.

제161항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 플라스틱 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 170.

제161항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 유리 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 171.

제161항에 있어서, 상기 기관 두께차 보정 수단은 동심원형인 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조가 형성된 적어도 1개의 회절면을 갖고, 상기 회절 구조는 입사하는 광속의 파장이 긴 방향으로 변화한 경우에, 구면 수차가 보정 부족 방향으로 변화하는 구면 수차 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 172.

제171항에 있어서, 상기 회절 구조는 상기 대물 렌즈의 적어도 1개의 광학면 상에 형성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 173.

제161항에 있어서, 상기 기관 두께차 보정 수단은 광축 방향으로 변이함으로써, 상기 대물 렌즈에 입사하는 광속의 한계 광선의 경사각을 변화시킬 수 있는 적어도 1개의 가동 광학 소자와, 상기 가동 광학 소자를 광축 방향으로 변이시키기 위한 구동 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 174.

제161항에 있어서, 상기 기관 두께차 보정 수단은 적어도 1개의 굴절을 분포 가변 재료층을 갖고, 전계 또는 자장 또는 열을 인가함으로써 상기 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절을 분포를 변화시키는 굴절을 분포 가변 소자와, 전계 또는 자장 또는 열을 인가하기 위한 인가 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 175.

제161항에 있어서, 상기 제1 광정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_1 , 상기 제2 광정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_2 , 상기 제3 광정보 기록 매체에 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우의 상기 대물 렌즈의 결상 배율을 m_3 이라 했을 때, 상기 m_1 , m_2 , m_3 중 적어도 2개의 결상 배율의 값을 다르게 함으로써, 상기 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께의 차에 기인하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 176.

제161항에 있어서, 상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수(NA1)가 0.8 이상이며,

상기 제1 보호 기관 두께 내지 제3 보호 기관 두께 중, 상기 제1 보호 기관 두께를 포함하는 적어도 1개의 보호 기관 두께의 오차에 기인하여 변화하는 구면 수차를 보정하기 위한 기관 두께 오차 보정 수단을 적어도 상기 제1 광원으로부터의 광속이 통과하는 광로 중에 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 177.

제176항에 있어서, 상기 제1 광정보 기록 매체는 동일 광속 입사면측에 복수의 정보 기록층을 갖는 구조를 갖고,

상기 제1 광정보 기록 매체의 각각의 정보 기록층의 정보 기록면에 상기 제1 광원으로부터의 광속을 집광시킬 때에, 상기 제1 광정보 기록 매체의 광속 입사면으로부터의 각각의 정보 기록면까지의 보호 기관 두께의 차에 기인하여 변화하는 구면 수차를 상기 기관 두께 오차 보정 수단으로 보정하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 178.

제176항에 있어서, 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 상기 기관 두께 오차 보정 수단을 배치한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 179.

제176항에 있어서, 상기 제1 광원 및 상기 제2 광원으로부터의 각 광속이 동시에 통과하고, 또한 상기 제3 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 상기 기관 두께 오차 보정 수단을 배치한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 180.

제176항에 있어서, 상기 제1 광원으로부터의 광속만이 통과하고, 또한 상기 제2 광원 및 상기 제3 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 상기 기관 두께 오차 보정 수단을 배치한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 181.

176항에 있어서, 상기 기관 두께 오차 보정 수단은 광축 방향으로 변이함으로써, 상기 대물 렌즈에 입사하는 적어도 상기 파장(λ) 광속의 한계 광선인 경사각을 변화시킬 수 있는 적어도 1개의 가동 광학 소자와, 상기 가동 광학 소자를 광축 방향으로 변이시키기 위한 구동 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 182.

제181항에 있어서, 상기 기관 두께 오차 보정 수단은 적어도 상기 제1 광원으로부터의 발산 광속의 발산각을 변화시키기 위한 커풀링 렌즈이며, 상기 커풀링 렌즈를 구성하는 광학 소자 중 적어도 1개가 상기 가동 광학 소자인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 183.

제181항에 있어서, 상기 기관 두께 오차 보정 수단은 적어도 1개의 정렌즈군과 적어도 1개의 부렌즈군으로 구성되고, 대략 평행 광속인 입사광속을 대략 평행 광속으로서 사출할 수 있는 빔 익스팬더 및/또는 빔 슈링크이며, 상기 정렌즈군 및 상기 부렌즈군 중 적어도 1개의 렌즈군이 상기 가동 광학 소자인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 184.

제176항에 있어서, 상기 기관 두께 오차 보정 수단은 적어도 1개의 굴절을 분포 가변 재료층을 갖고, 전장 또는 자장 또는 열을 인가함으로써 상기 굴절을 분포 가변 재료층의 굴절을 분포를 변화시키는 굴절 분포 가변 소자와, 전장 또는 자장 또는 열을 인가하기 위한 인가 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 185.

제184항에 있어서, 상기 기관 두께 오차 보정 수단은 서로 대향하는 투명 전극 사이에 협지 배치된 액정층과 전원을 구비하고, 상기 투명 전극 중 적어도 1개의 투명 전극은 복수의 전압 인가부로 분할되어 상기 복수의 전압 인가부 중 적어도 1개의 전압 인가부에 상기 전원에 의해 소정의 전압을 인가함으로써, 상기 액정층의 굴절율 분포를 변화시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 186.

제161항에 있어서, 상기 제1 광원의 파장(λ_1)이 550 nm보다 짧고,

상기 제1 광원 내지 제3 광원 중, 상기 제1 광원을 포함하는 적어도 1개의 광원이 다소한 파장 변화에 기인하는 상기 대물 렌즈의 색수차를 보정하기 위한 색수차 보정 수단을 적어도 상기 제1 광원으로부터의 광속이 통과하는 광로 중에 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 187.

제186항에 있어서, 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 상기 색수차 보정 수단을 배치한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 188.

제186항에 있어서, 상기 제1 광원 및 상기 제2 광원으로부터의 광속이 동시에 통과하고, 또한 상기 제3 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 상기 색수차 보정 수단을 배치한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 189.

제187항에 있어서, 상기 색수차 보정 수단은 동심원형의 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조가 형성된 회절면을 갖는 2개의 광학 소자가 상기 회절면을 서로 대향하도록 근접하여 배치된 구조를 갖고, 상기 2개의 광학 소자의 재료는 상기 파장(λ_1) 근방의 파장 영역에서 소정의 굴절율차를 갖는 동시에, 상기 2개의 광학 소자 재료인 상기 파장(λ_2) 근방의 파장 영역 및 파장(λ_3) 근방의 파장 영역에서의 굴절율차가 대략 0인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 190.

제187항에 있어서, 상기 색수차 보정 수단은 동심원형의 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조를 갖고, 상기 회절 구조에 상기 제1 광원으로부터의 파장(λ_1)의 제1 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제1 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_1 , 상기 회절 구조에 상기 제2 광원으로부터의 파장(λ_2)의 제2 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제2 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_2 , 상기 회절 구조에 상기 제3 광원으로부터의 파장(λ_3)의 제3 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 제3 광속의 회절광 중, 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수를 n_3 이라 할 때,

$$|n_1| > |n_2|$$

및/또는

$$|n_1| > |n_2| \geq |n_3|$$

을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 191.

제190항에 있어서, 상기 회절 구조는 상기 대물 렌즈의 적어도 1개의 광학면 상에 형성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 192.

제186항에 있어서, 상기 제1 광원으로부터의 광속만이 통과하고, 또한 상기 제2 광원 및 상기 제3 광원으로부터의 광속은 통과하지 않는 광로에 상기 색수차 보정 수단을 배치한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치,

청구항 193.

제182항에 있어서, 상기 색수차 보정 수단은 동심원형의 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조가 형성된 적어도 1개의 회절면을 갖고, 제i 회절면의 회절 구조에 의해 투과 파면에 부가되는 광로차를,

$$\Phi_{bi} = n_i \cdot (b_{2i} \cdot h_i^2 + b_{4i} \cdot h_i^4 + b_{6i} \cdot h_i^6 + \dots)$$

에 의해 정의되는 광로차 함수로 나타내는 경우에[여기서, n_i 는 상기 제i 회절면의 회절 구조에 상기 파장(λ 1)의 광속이 입사한 경우에 발생하는 상기 파장(λ 1)의 광속 회절광 중 최대의 회절광량을 갖는 회절광의 회절 차수, h_i 는 광속으로부터의 높이(mm), b_{2i} , b_{4i} , b_{6i} , ...는 각각 2차, 4차, 6차, ...의 광로차 함수 관계(회절면 계수라고도 함)임],

$$PD = \sum (-2 \cdot n_i \cdot b_{2i})$$

에 의해 정의되는 회절 구조만의 파워(mm^{-1})가 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$1.50 \times 10^{-2} < PD < 15.0 \times 10^{-2}$$

청구항 194.

제192항에 있어서, 상기 색수차 보정 수단은 상대적으로 아베수가 큰 정렌즈군과 상대적으로 아베수가 작은 부렌즈군으로 구성되고, 상기 정렌즈군의 아베수 v_{dP} 및 상기 부렌즈군의 아베수 v_{dN} 이 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$v_{dP} > 55$$

$$v_{dN} < 35$$

청구항 195.

제186항에 있어서, 상기 제1 광원의 파장이 +1 mm 변화한 경우의 상기 대물 렌즈와 상기 색수차 보정 수단을 갖춘 광학계의 근축 초점 위치의 변화량 $\Delta f_{B_{OBJ} + CA}$ 가 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$|\Delta f_{B_{OBJ} + CA} \cdot NA1^2| < 0.15 (\mu\text{m})$$

청구항 196.

제161항에 있어서, 상기 제1 광정보 기록 매체 내지 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 데 필요한 상기 대물 렌즈의 소정의 상측 개구수를 각각 $NA1$, $NA2$, $NA3$ 이라 했을 때,

$$NA1 > NA2 > NA3$$

을 만족시키고, 상기 $NA1$ 과 $NA2$ 와 $NA3$ 의 개구 제한/절환 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 197.

제196항에 있어서, 상기 개구 제한/절환 수단은 동심원형의 복수의 링으로 이루어지는 회절 구조가 형성된 적어도 1개의 회절면을 갖고, 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역을 통과하는 파장(λ 2)의 광속을 플레어 성분으로 하고, 및/또는 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역을 통과하는 파장(λ 3)의 광속을 플레어 성분으로 하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 198.

제197항에 있어서, 상기 개구 제한/절환 수단과 대물 렌즈를 맞춘 광학계에 있어서, 상기 상측 개구수(NA1)와 상기 제2 보호 기관 두께(t_2)와 상기 제2 광원의 파장(λ 2)과의 조합에 있어서의 파면 수차가 0.07λ 2 rms보다 크고, 및/또는 상기 상측 개구수(NA1)와 상기 제3 보호 기관 두께(t_3)와 상기 제3 광원의 파장(λ 3)과의 조합에 있어서의 파면 수차가 0.07λ 3 rms보다 큰 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 199.

제196항에 있어서, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA2) 내에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 2)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 2)의 광속을 차단하고, 및/또는 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 3)의 광속을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 3)의 광속을 차단하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 200.

제199항에 있어서, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA2) 내에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 2)의 광속 강도의 80 % 이상을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 2)의 광속 강도의 80 % 이상을 반사하고, 및/또는 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 3)의 광속 강도의 80 % 이상을 투과하는 동시에, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 상기 개구 제한/절환 수단의 영역에 입사하는 파장(λ 3)의 광속 강도의 80 % 이상을 반사하는 파장 선택성을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 201.

제197항에 있어서, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 대물 렌즈의 적어도 1개의 광학면 상에 형성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 202.

제196항에 있어서, 상기 개구 제한/절환 수단은 서로 대향하는 투명 전극 사이에 협지 배치된 액정층과, 1/4 파장판을 구비하고, 상기 투명 전극 중 적어도 한 쪽이 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 영역과, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA2) 내에 대응하는 영역으로 분할되어 있고, 상기 투명 전극에 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자의 배향 상태를 링형상으로 변화시킴으로써, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA2 내지 NA1)에 대응하는 상기 투명 전극의 영역을 통과하는 광속의 편광면과, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA2) 내에 대응하는 상기 투명 전극의 영역을 통과하는 광속의 편광면을 각각 독립적으로 회전시키는 것이 가능하고, 및/또는 상기 투명 전극 중 적어도 한 쪽이 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 영역과, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 영역으로 분할되어 있고, 상기 투명 전극에 전압을 인가하여 상기 액정층의 액정 분자 배향 상태를 링형상으로 변화시킴으로써, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA3 내지 NA1)에 대응하는 상기 투명 전극의 영역을 통과하는 광속의 편광면과, 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA3) 내에 대응하는 상기 투명 전극의 영역을 통과하는 광속의 편광면을 각각 독립적으로 회전시키는 것이 가능한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 203.

제196항에 있어서, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 대물 렌즈의 개구수(NA1과 NA2)에 대응한 조리개를 갖고, 상기 제1 광정보 기록 매체 또는 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에 각각의 조리개를 기계적으로 절환하도록 구성되고, 및/또는 상기 대물 렌즈의 상측 개구수(NA1과 NA3)에 대응한 조리개를 갖고, 상기 제1 광정보 기록 매체 또는 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에 각각의 조리개를 기계적으로 절환하도록 구성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 204.

제196항에 있어서, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 제1 광원 내지 제3 광원으로부터의 각 광속이 모두 통과하는 공통의 광로에 배치되는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 205.

제204항에 있어서, 상기 개구 제한/절환 수단은 상기 대물 렌즈와 일체가 되어 트래킹을 행하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 206.

제161항에 있어서, 상기 대물 렌즈는 상기 상측 개구수(NA1)와 상기 제1 보호 기판 두께(t_1)와 상기 제1 광원의 파장(λ_1)과의 조합에 있어서 구면 수차가 최소가 되도록 수차 보정되고, 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에 상기 제2 보호 기판 두께와 상기 제1 보호 기판 두께와의 두께의 차에 기인하여 변화하는 구면 수차를 상기 기판 두께차 보정 수단으로 보정하는 동시에, 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 경우에, 상기 제3 보호 기판 두께와 상기 제1 보호 기판 두께와의 두께의 차에 기인하여 변화하는 구면 수차를 상기 기판 두께차 보정 수단으로 보정하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 207.

제161항에 있어서, 상기 제1 광원 내지 제3 광원 중 적어도 2개의 광원은 유닛화된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 208.

제161항에 있어서, 상기 기관 두께차 보정 수단과, 상기 기관 두께 오차 보정 수단과, 상기 색수차 보정 수단과, 상기 개구 제한/절환 수단 중, 적어도 2개는 일체화된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 209.

제161항에 기재된 광픽업 장치를 탑재한 것을 특징으로 하는 음성 및/또는 화상의 기록 장치 및/또는 음성 및/또는 화상의 재생 장치.

청구항 210.

광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위한 광픽업 장치에 있어서,

제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위한 파장($\lambda 1$)의 광속을 발생하는 제1 광원과,

제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위한 파장($\lambda 2$) ($\lambda 2 > \lambda 1$)의 광속을 발생하는 제2 광원과,

제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위한 파장($\lambda 3$) ($\lambda 3 > \lambda 2$)의 광속을 발생하는 제3 광원과,

입사광에 대해 소정의 복수의 회절광을 발생하는 회절부와,

상기 제1 내지 제3 정보 기록 매체의 정보 기록면에 상기 제1 내지 제3 광원으로부터의 광속을 각각 집광시키기 위해, 상기 제1 내지 제3 정보 기록 매체에 대향하는 위치에 배치되는 대물 렌즈를 갖는 집광 광학계를 구비하고,

상기 파장($\lambda 1$)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 $n1$ 차 회절광의 회절광량이

상기 파장($\lambda 1$)의 광속 중 다른 어떠한 차수의 회절광의 회절광량보다도 큰 경우에,

상기 파장($\lambda 2$)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 $n2$ 차 회절광의 회절광량이,

상기 파장($\lambda 2$)의 광속 중 다른 어떠한 차수의 회절광의 회절광량보다도 크고,

또한,

상기 파장($\lambda 3$)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 $n3$ 차 회절광의 회절광량이,

상기 파장($\lambda 3$)의 광속 중 다른 어떠한 차수의 회절광의 회절광량보다도 크고,

또한, 상기 회절 차수($n1$ 내지 $n3$)는 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$|n2| = \text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 2)$$

$$|n3| = \text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 3)$$

$$|n1| = |n2| \geq |n3|$$

단, $n1$ 은 0, ± 1 이외의 정수로, $\text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 2)$ 는 $\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 2$ 를 반올림하여 얻게 되는 정수이고, $\text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 3)$ 는 $\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 3$ 을 반올림하여 얻게 되는 정수이다.

청구항 211.

제210항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$| \text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1|/\lambda 2) - (\lambda 1 \cdot |n1|/\lambda 2) | < 0.4$$

$$| \text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1|/\lambda 3) - (\lambda 1 \cdot |n1|/\lambda 3) | < 0.4$$

청구항 212.

제210항에 있어서, 상기 집광 광학계는 상기 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위한 광빔으로서 상기 n1차 회절광을 상기 제1 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광하고, 상기 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위한 광빔으로서 상기 n2차 회절광을 상기 제2 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광하고, 상기 제3 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하기 위한 광빔으로서 상기 n3차 회절광을 상기 제3 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 집광하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 213.

제210항에 있어서, 상기 회절 구조에 입사하는 상기 파장($\lambda 1$)의 입사 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda 1)$, 상기 $I_{IN}(\lambda 1)$ 의 광량을 갖는 상기 파장($\lambda 1$)의 입사 광속이 상기 회절 구조를 통과한 후의 출사 광속의 광량을 $I_{OUT}(\lambda 1)$, 상기 회절 구조에 입사하는 상기 파장($\lambda 2$)의 입사 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda 2)$, 상기 $I_{IN}(\lambda 2)$ 의 광량을 갖는 상기 파장($\lambda 2$)의 입사 광속이 상기 회절 구조를 통과한 후의 출사 광속의 광량을 $I_{OUT}(\lambda 2)$, 상기 회절 구조에 입사하는 상기 파장($\lambda 3$)의 입사 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda 3)$, 상기 $I_{IN}(\lambda 3)$ 의 광량을 갖는 상기 파장($\lambda 3$)의 입사 광속이 상기 회절 구조를 통과한 후의 출사 광속의 광량을 $I_{OUT}(\lambda 3)$ 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$I_{OUT}(\lambda 1)/I_{IN}(\lambda 1) > 0.7$$

$$I_{OUT}(\lambda 2)/I_{IN}(\lambda 2) > 0.7$$

$$I_{OUT}(\lambda 3)/I_{IN}(\lambda 3) > 0.7$$

청구항 214.

제210항에 있어서, 상기 제1 정보 기록 매체는 정보 기록면의 광속 입사면측에 소정의 두께($t1$)를 갖는 제1 보호층을 갖고,

상기 제2 정보 기록 매체는 정보 기록면의 광속 입사면측에 소정의 두께($t2$)($t2 \geq t1$)를 갖는 제2 보호층을 갖고,

상기 제3 정보 기록 매체는 정보 기록면의 광속 입사면측에 소정의 두께($t3$)($t3 \geq t2$)를 갖는 제3 보호층을 갖고,

상기 집광 광학계는 상기 파장($\lambda 1$)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 상기 n1차 회절광을 상기 제1 보호층을 거쳐서 상기 제1 정보 기록 매체의 정보 기록면에 $0.07 \lambda 1 \text{ rms}$ 이하의 상태에서 집광하고,

상기 파장($\lambda 2$)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 상기 n2차 회절광을 상기 제2 보호층을 거쳐서 상기 제2 정보 기록 매체의 정보 기록면에 $0.07 \lambda 2 \text{ rms}$ 이하의 상태에서 집광하고,

상기 파장($\lambda 3$)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 상기 n3차 회절광을 상기 제3 보호층을 거쳐서 상기 제3 정보 기록 매체의 정보 기록면에 $0.07 \lambda 3 \text{ rms}$ 이하의 상태에서 집광하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 215.

제210항에 있어서, 상기 회절부는 상기 대물 렌즈의 광속 입사면측에 배치된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 216.

제210항에 있어서, 상기 회절부는 상기 대물 렌즈의 광학면 상에 형성된 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 217.

제210항에 기재된 광픽업 장치를 탑재한 것을 특징으로 하는 음성 및/또는 화상의 기록 장치 및/또는 음성 및/또는 화상의 재생 장치.

청구항 218.

제1 광원으로부터의 파장(λ_1)의 광속을 이용하여 제1 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고,

제2 광원으로부터의 파장(λ_2)($\lambda_2 > \lambda_1$)의 광속을 이용하여 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하고,

제3 광원으로부터의 파장(λ_3)($\lambda_3 > \lambda_2$)의 광속을 이용하여 제2 광정보 기록 매체에 대한 정보의 재생 및/또는 기록을 행하는 광픽업 장치용 광학 소자이며,

상기 광학 소자는 입사광에 대해 소정 차수의 회절광을 발생하는 회절부를 갖고,

상기 파장(λ_1)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 n_1 차 회절광의 회절광량이,

상기 파장(λ_1)의 광속 중 다른 어떠한 차수의 회절광의 회절광량보다도 큰 경우에,

상기 파장(λ_2)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 n_2 차 회절광의 회절광량이,

상기 파장(λ_2)의 광속 중 다른 어떠한 차수의 회절광의 회절광량보다도 크고,

또한,

상기 파장(λ_3)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 n_3 차 회절광의 회절광량이,

상기 파장(λ_3)의 광속 중 다른 어떠한 차수의 회절광의 회절광량보다도 크고,

또한, 상기 회절 차수(n_1 내지 n_3)는 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

$$|n_2| = \text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2)$$

$$|n_3| = \text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3)$$

$$|n_1| > |n_2| \geq |n_3|$$

단, n_1 은 0, ± 1 이외의 정수로, $\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2)$ 는 $\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_2$ 를 반올림하여 얻게 되는 정수이고, $\text{INT}(\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3)$ 는 $\lambda_1 \cdot |n_1| / \lambda_3$ 을 반올림하여 얻게 되는 정수이다.

청구항 219.

제218항에 있어서, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

$$| \text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 2) - \text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 2) | < 0.4$$

$$| \text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 3) - \text{INT}(\lambda 1 \cdot |n1| / \lambda 3) | < 0.4$$

청구항 220.

제218항에 있어서, 상기 회절부에 입사하는 상기 파장($\lambda 1$)의 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda 1)$, 상기 $I_{IN}(\lambda 1)$ 의 광량을 갖는 상기 파장($\lambda 1$)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 상기 $n1$ 차 회절광의 회절광량을 $I_{OUT}(\lambda 1)$, 상기 회절부에 입사하는 상기 파장($\lambda 2$)의 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda 2)$, 상기 $I_{IN}(\lambda 2)$ 의 광량을 갖는 상기 파장($\lambda 2$)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 상기 $n2$ 차 회절광의 회절광량을 $I_{OUT}(\lambda 2)$, 상기 회절부에 입사하는 상기 파장($\lambda 3$)의 광속의 광량을 $I_{IN}(\lambda 3)$, 상기 $I_{IN}(\lambda 3)$ 의 광량을 갖는 상기 파장($\lambda 3$)의 광속이 상기 회절부를 통과함으로써 발생하는 상기 $n3$ 차 회절광의 회절광량을 $I_{OUT}(\lambda 3)$ 이라 했을 때, 다음 식을 만족시키는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

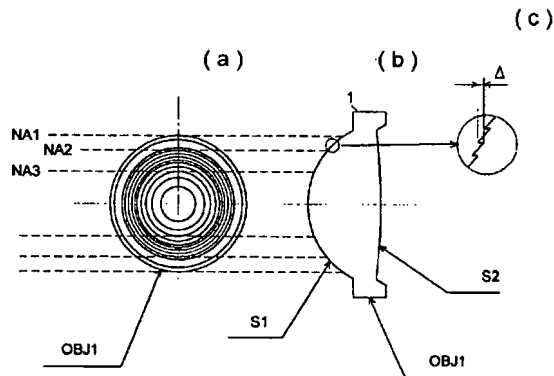
$$I_{OUT}(\lambda 1) / I_{IN}(\lambda 1) > 0.7$$

$$I_{OUT}(\lambda 2) / I_{IN}(\lambda 2) > 0.7$$

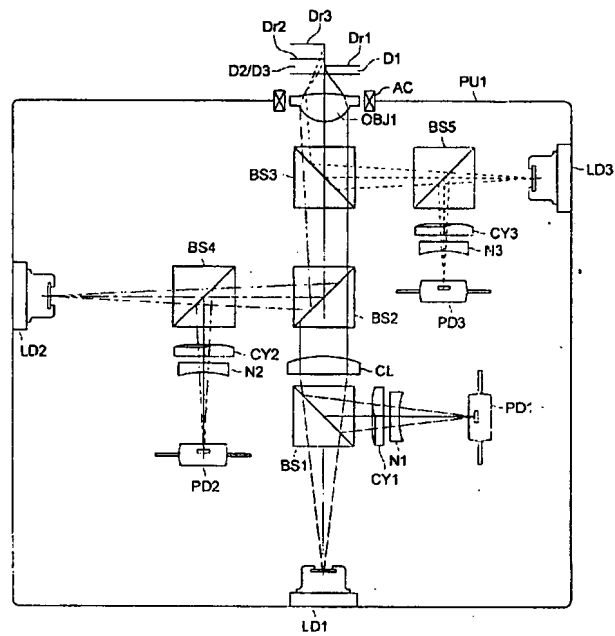
$$I_{OUT}(\lambda 3) / I_{IN}(\lambda 3) > 0.7$$

도면

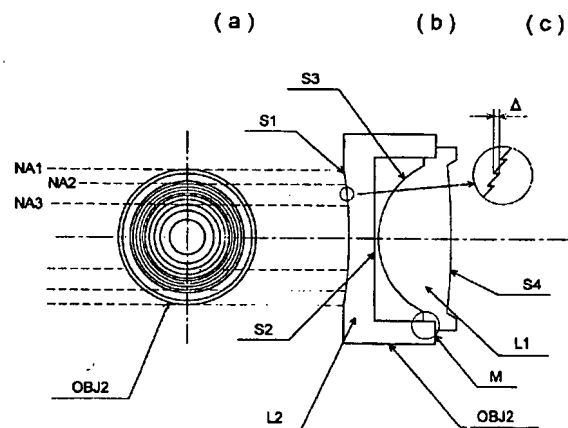
도면 1



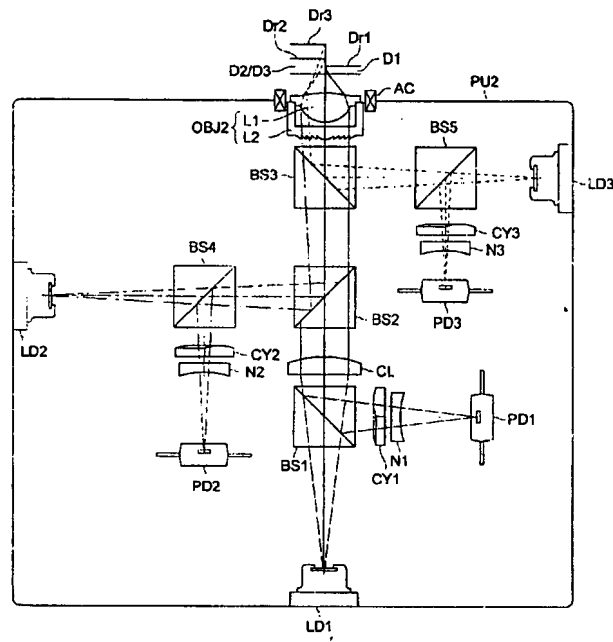
도면 2



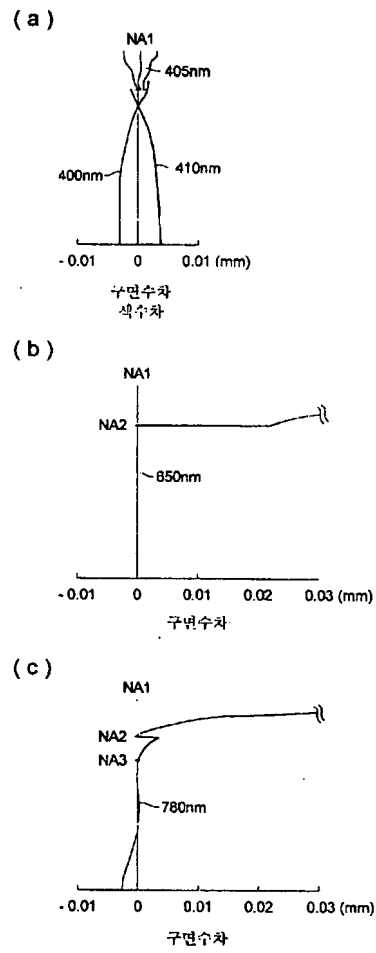
도면 3



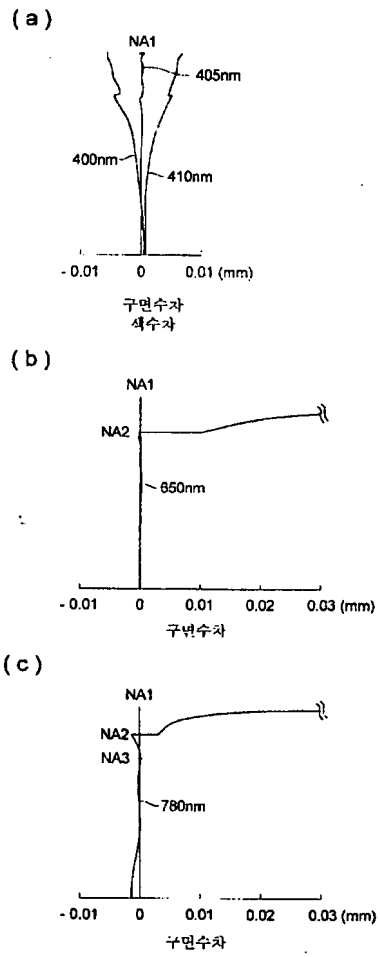
도면 4



도면 5

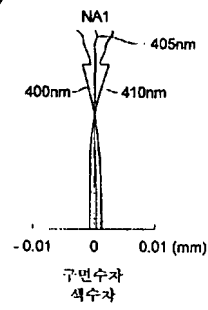


도면 6

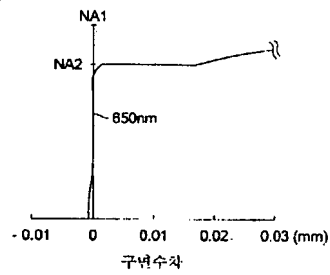


도면 7

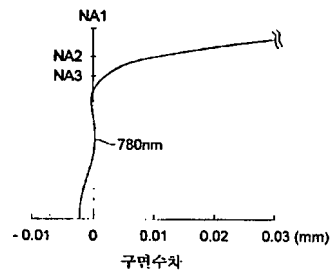
(a)



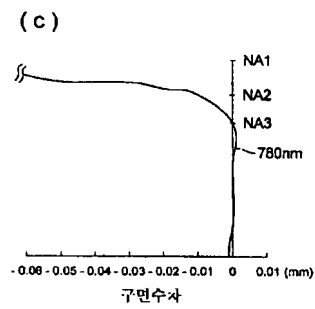
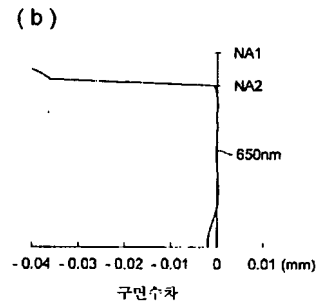
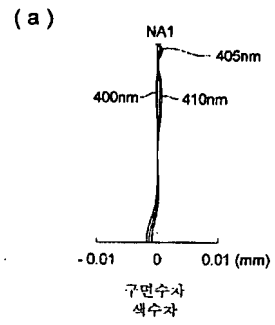
(b)



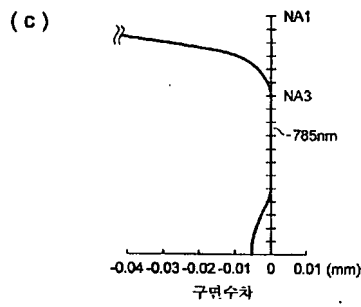
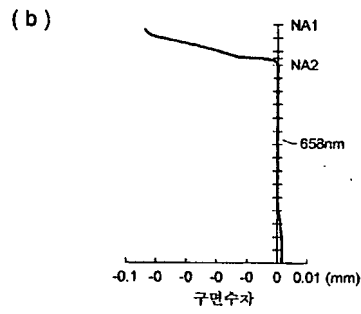
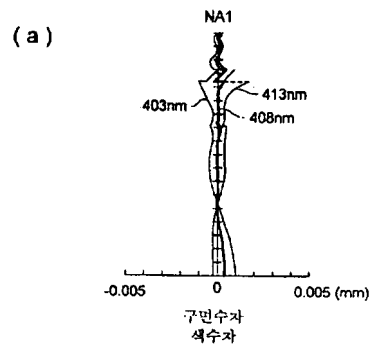
(c)



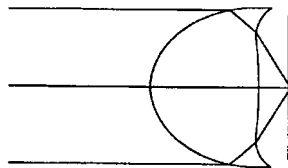
도면 8



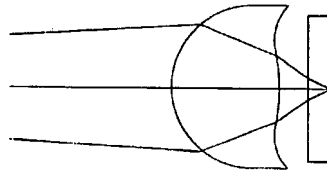
도면 8a



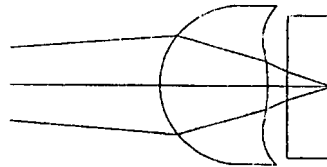
도면 9



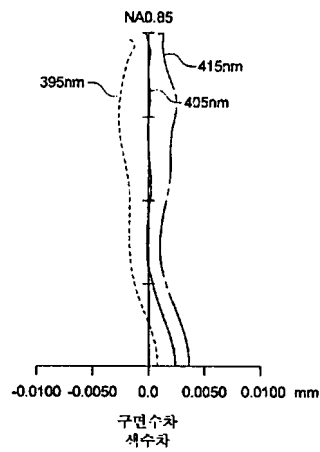
도면 10



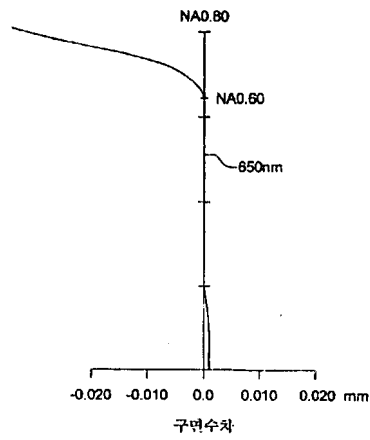
도면 11



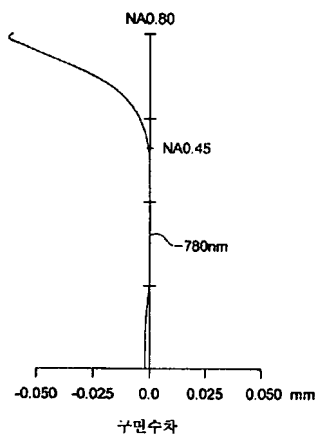
도면 12



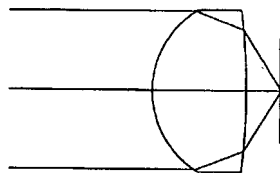
도면 13



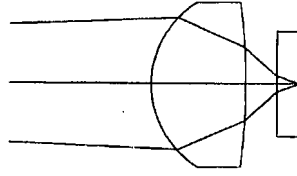
도면 14



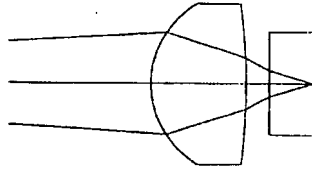
도면 15



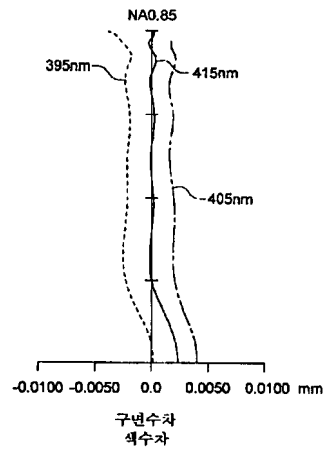
도면 16



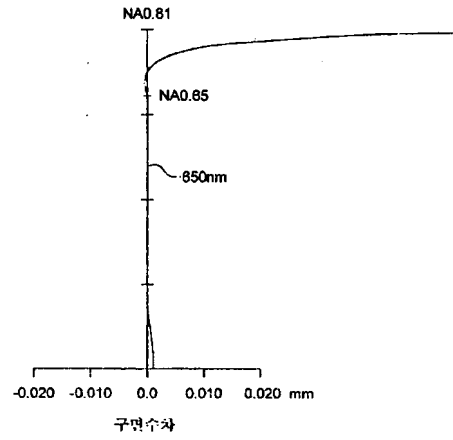
도면 17



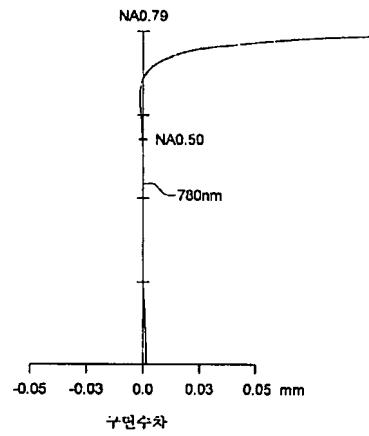
도면 18



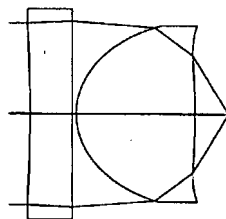
도면 19



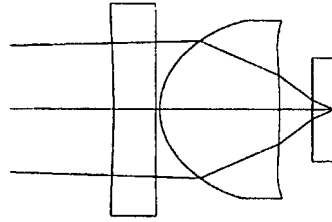
도면 20



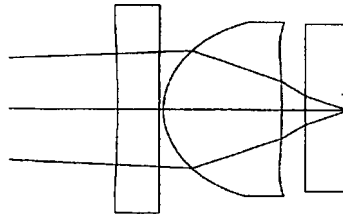
도면 21



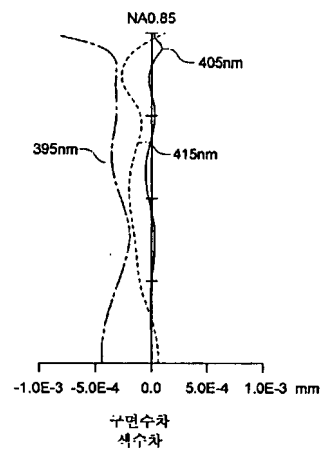
도면 22



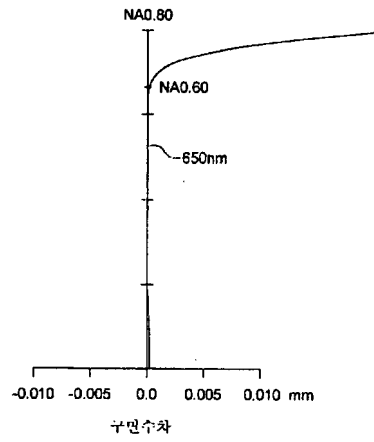
도면 23



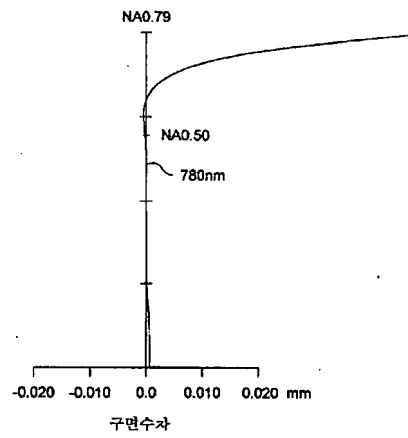
도면 24



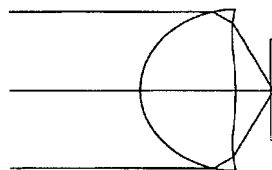
도면 25



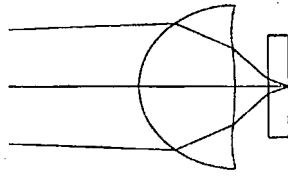
도면 26



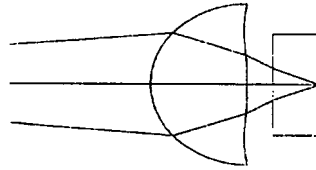
도면 27



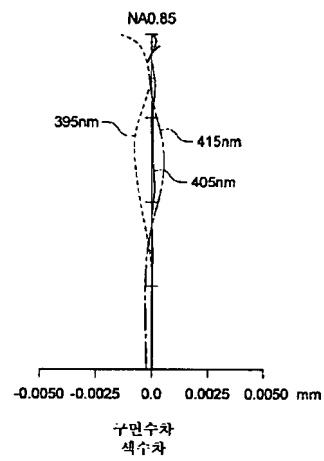
도면 28



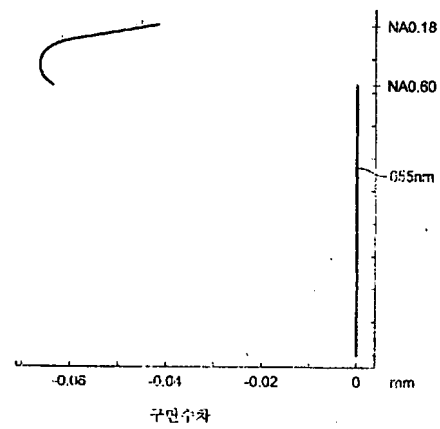
도면 29



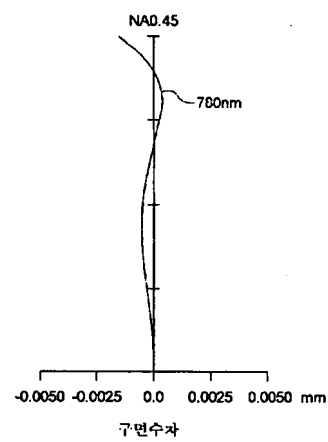
도면 30



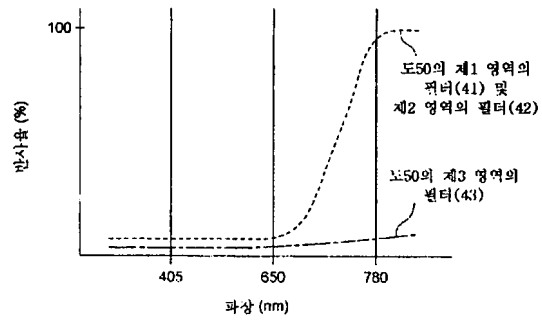
도면 31



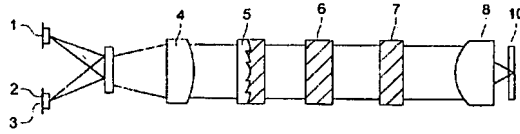
도면 32



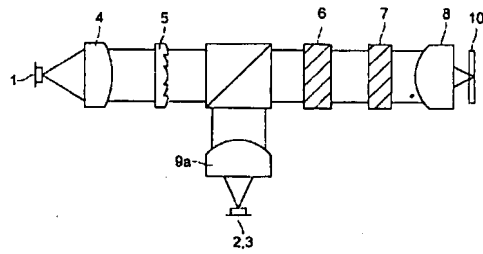
도면 33



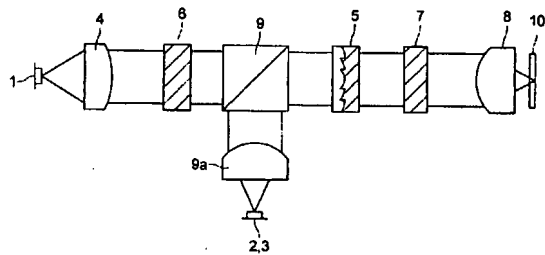
도면 34



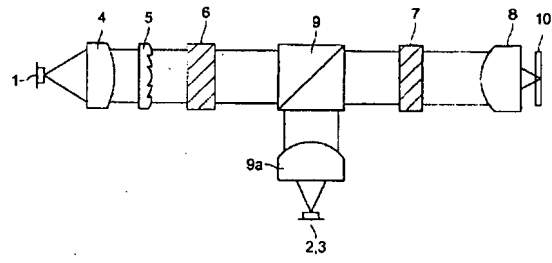
도면 35



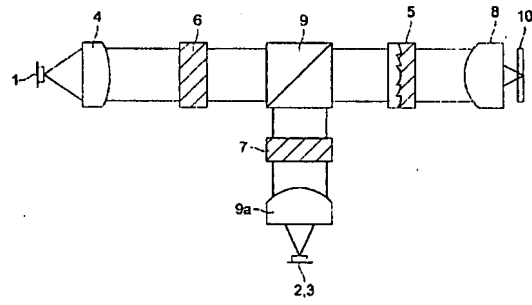
도면 36



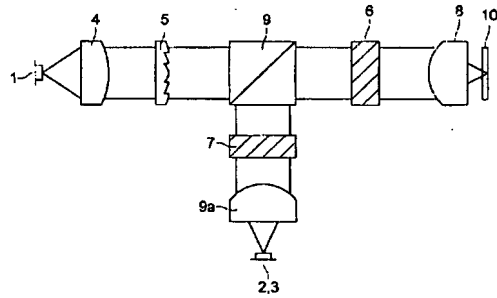
도면 37



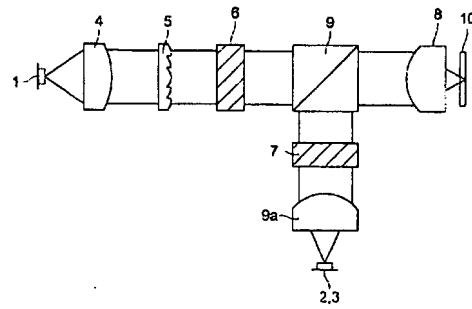
도면 38



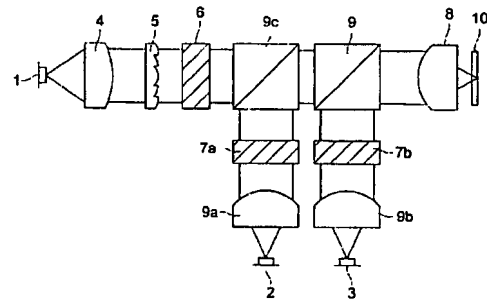
도면 39



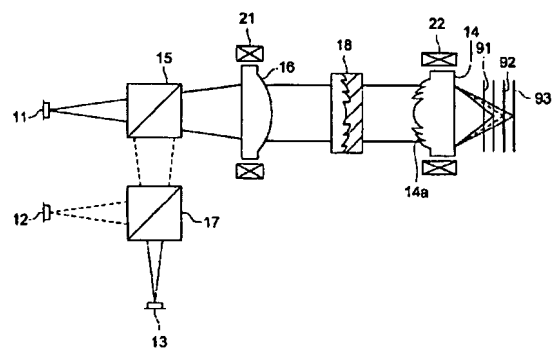
도면 40



도면 41



도면 42

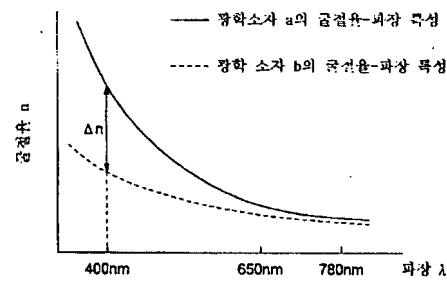


도면 43

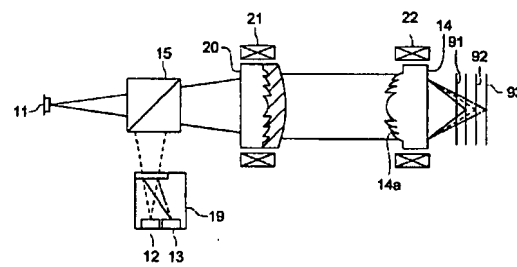
(a)



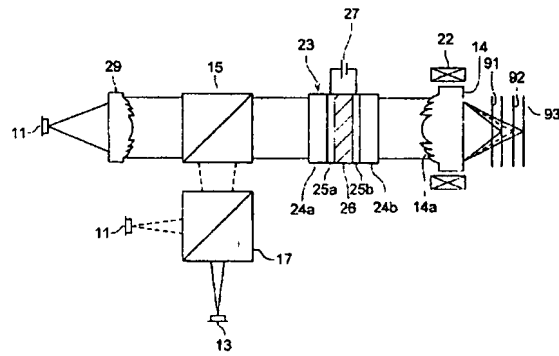
(b)



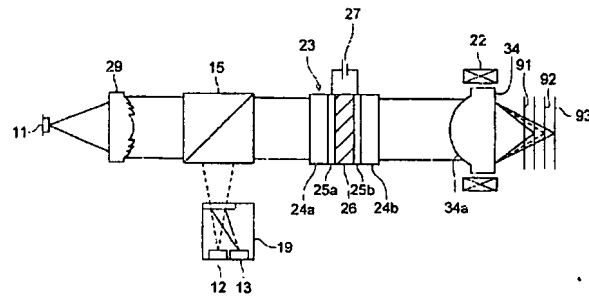
도면 44



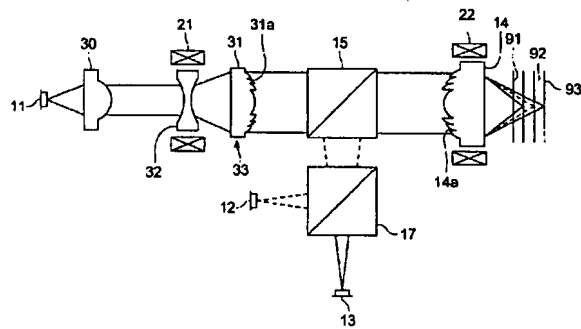
도면 45



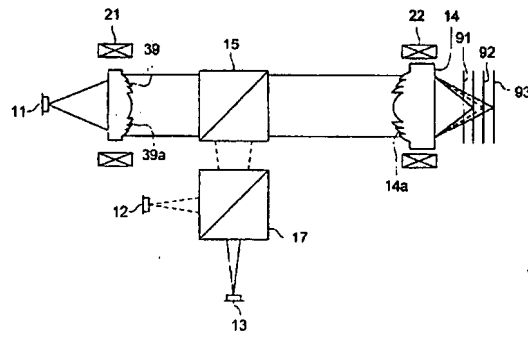
도면 46



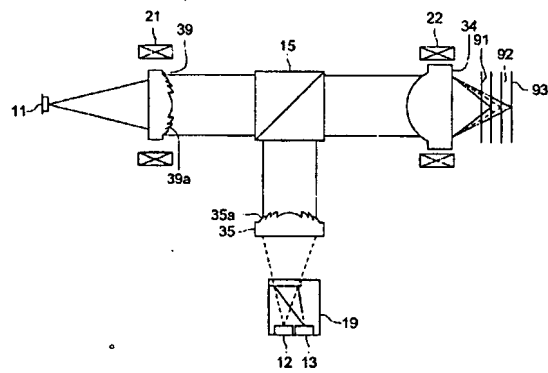
도면 47



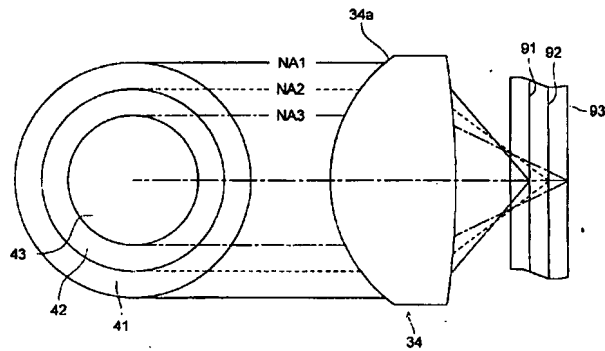
도면 48



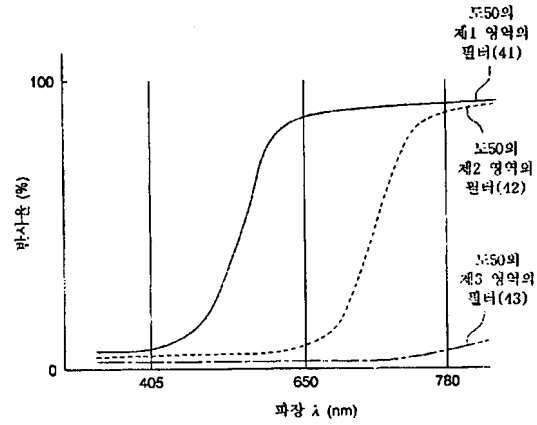
도면 49



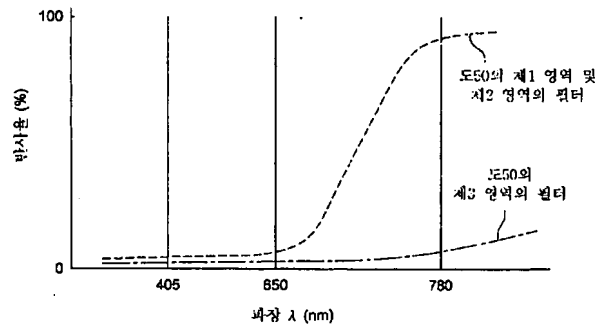
도면 50



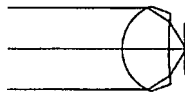
도면 51



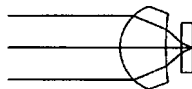
도면 52



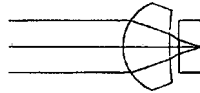
도면 53



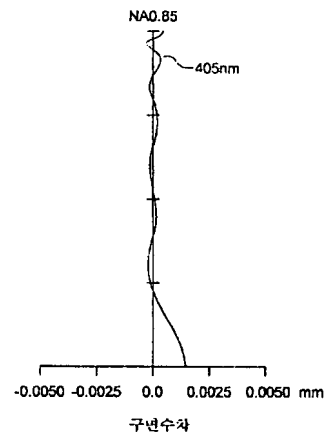
도면 54



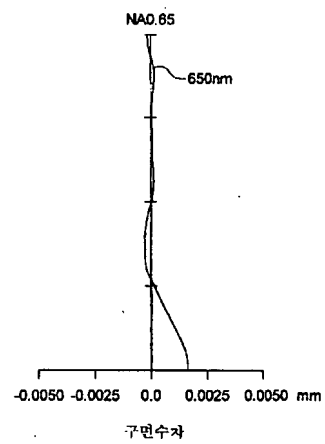
도면 55



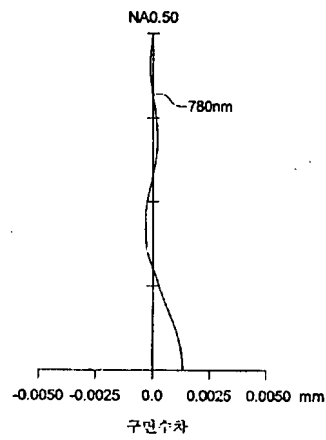
도면 56



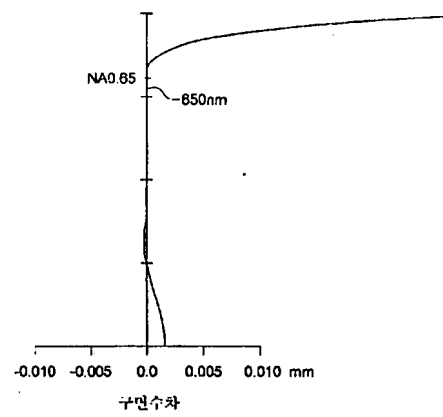
도면 57



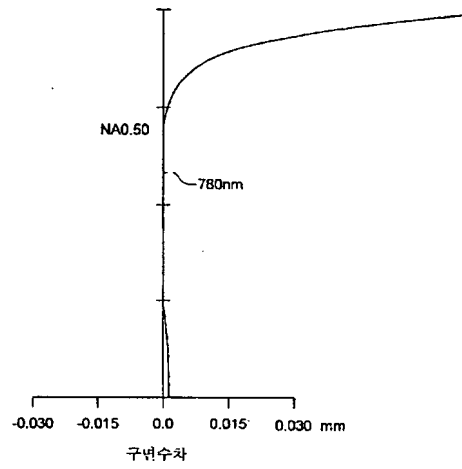
도면 58



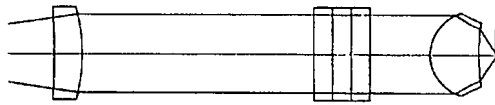
도면 59



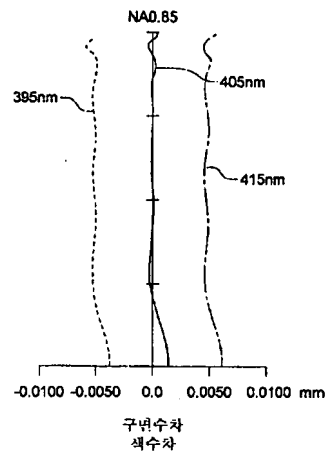
도면 60



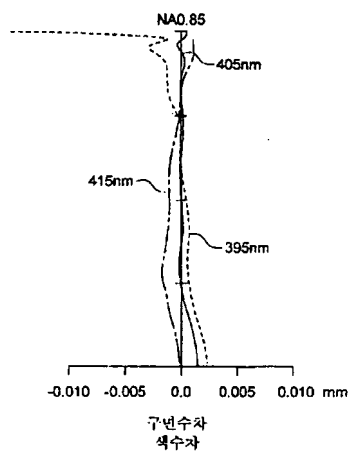
도면 61



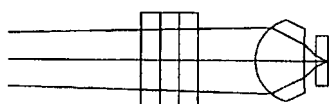
도면 62



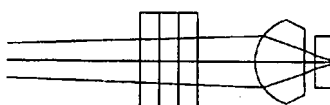
도면 63



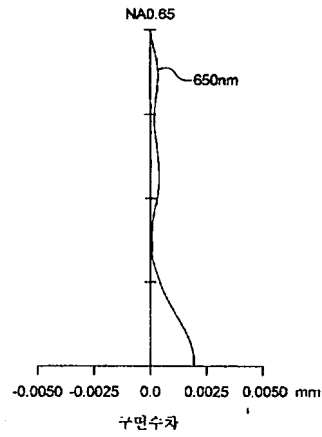
도면 64



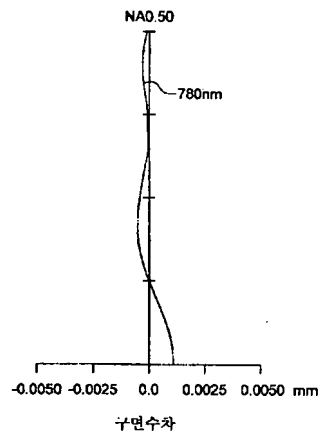
도면 65



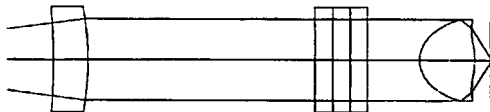
도면 66



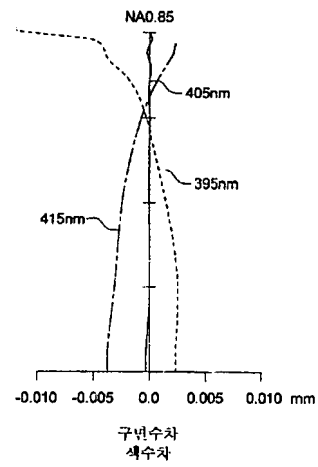
도면 67



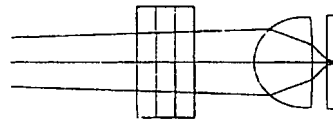
도면 68



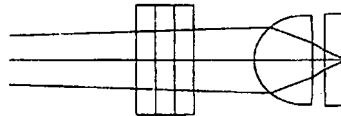
도면 69



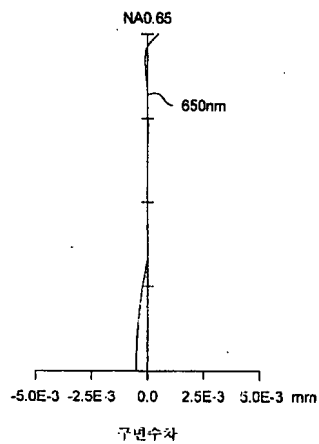
도면 70



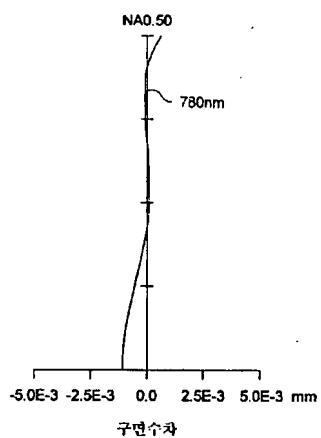
도면 71



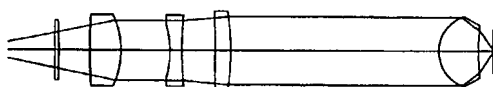
도면 72



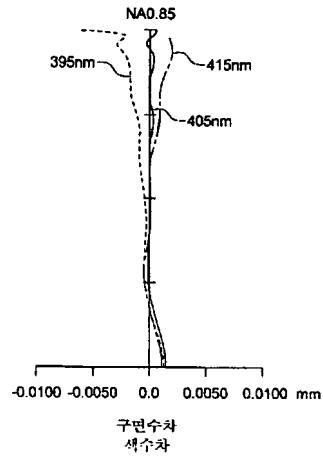
도면 73



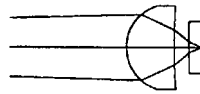
도면 74



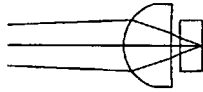
도면 75



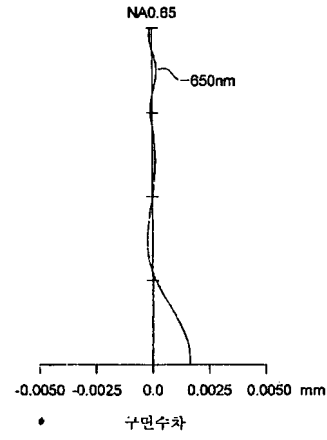
도면 76



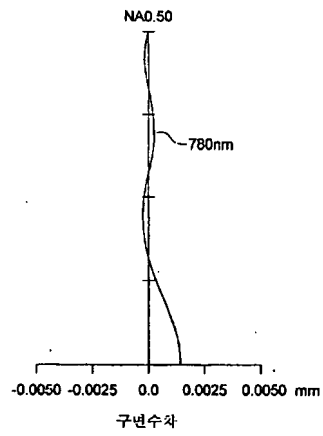
도면 77



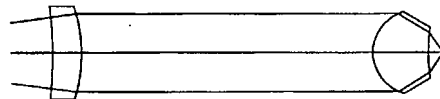
도면 78



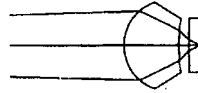
도면 79



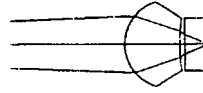
도면 80



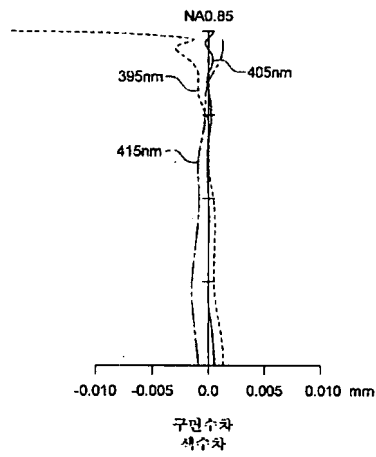
도면 81



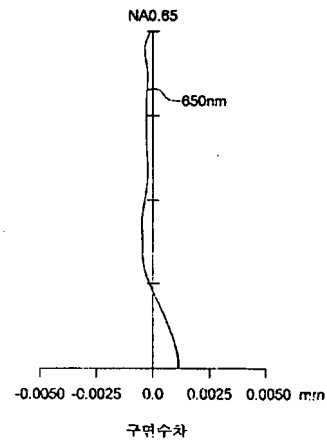
도면 82



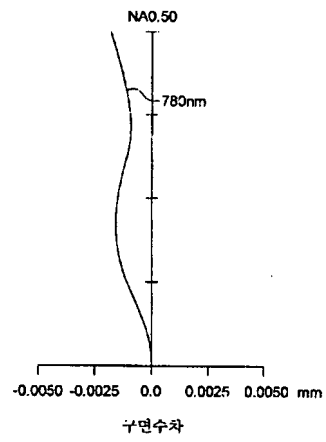
도면 83



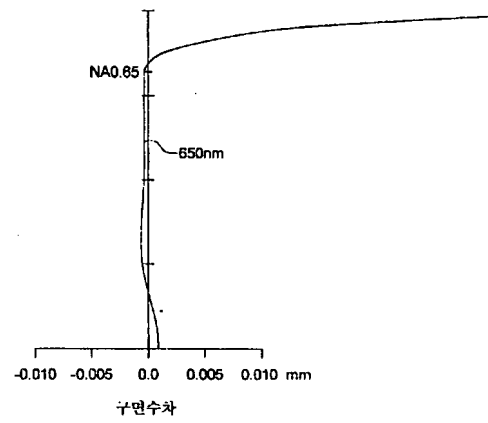
도면 84



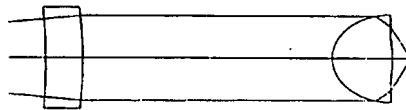
도면 85



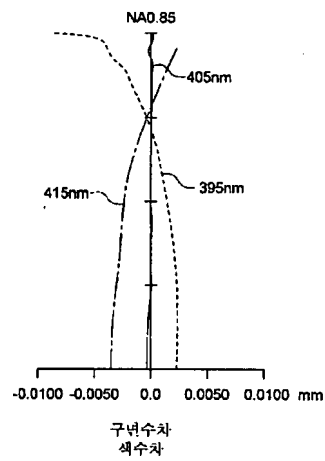
도면 86



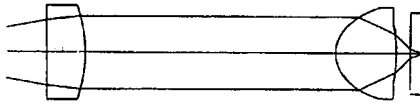
도면 87



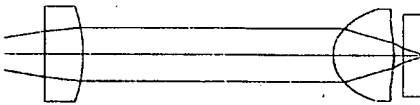
도면 88



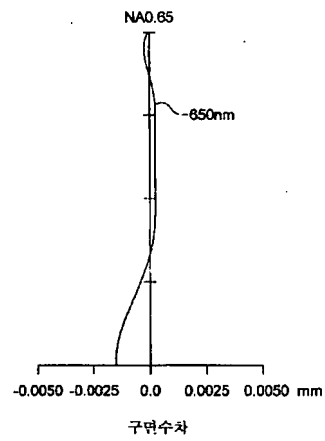
도면 89



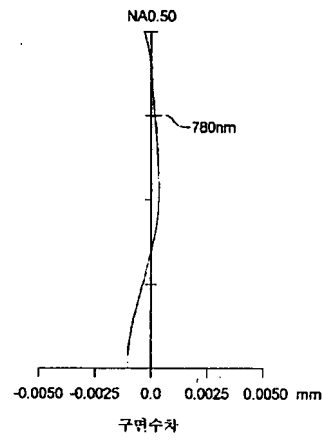
도면 90



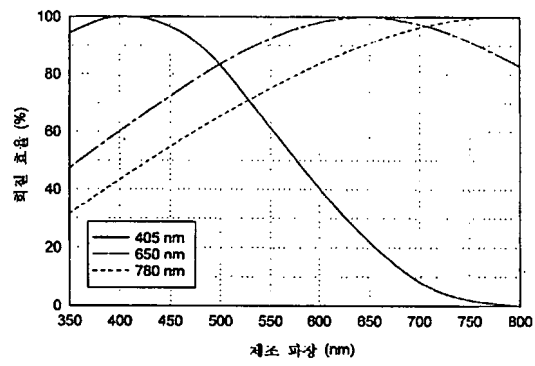
도면 91



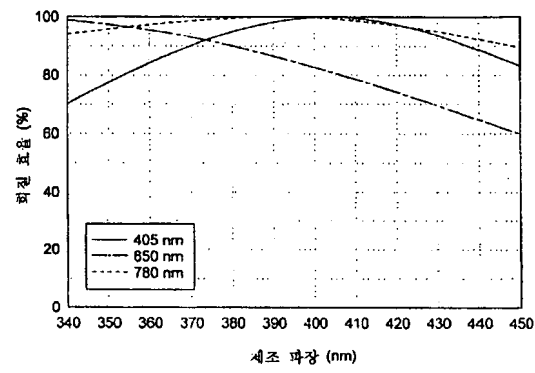
도면 92



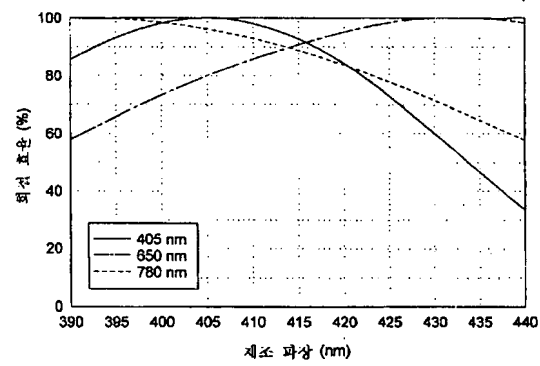
도면 93



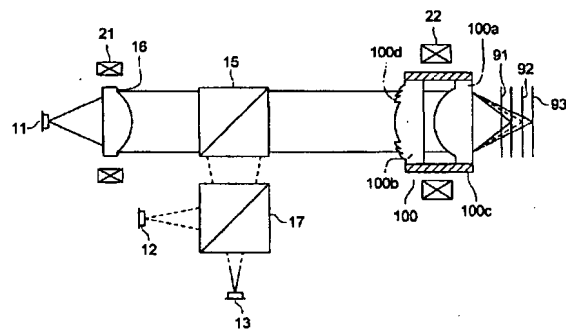
도면 94



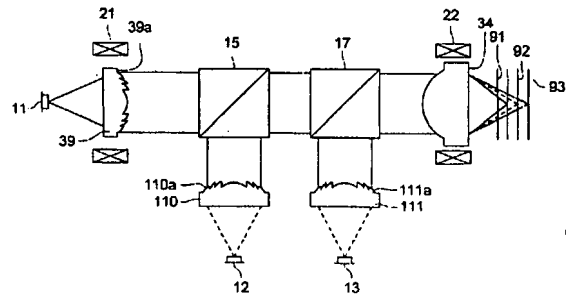
도면 95



도면 96



도면 97



도면 98

